

Jukka Aravirta

Liikennevalojen vihreän aallon parantaminen eri toimenpiteillä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

3.10.2013

Tekijä(t) Otsikko	Jukka Aravirta Liikennevalojen vihreän aallon parantaminen eri toimenpiteillä
Sivumäärä Aika	59 sivua + 4 liitettä 3.10.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Lehtori Mika Räsänen Suunnittelupäällikkö Timo Kalevirta
<p>Insinööriyössä tavoitteena oli selvittää liikennevalojen vihreään aaltoon vaikuttavia tekijöitä ja tutkia toimenpiteitä, joilla vihreän aallon toimivuutta on mahdollista parantaa. Tarkasteltavina toimenpiteinä oli yhteenkytkennän kiertoajan muuttaminen, ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyt sekä ilmaisinjärjestelyt. Toimenpiteitä arvioitiin myös liikenneturvallisuuden ja toimenpiteiden hyöty-kustannussuhteen perusteella. Työ keskittyi keskustatyyppisen katualueen vihreän aallon tutkimiseen.</p> <p>Insinööriyön tutkimusaineistona käytettiin alan kirjallisuutta sekä yrityksessä olevaa liikennevalosuunnitteluun liittyvää osaamista. Toimenpiteiden vaikutuksia simuloitiin Synchro- ja SimTraffic-ohjelmistoilla. Insinööriyössä oli esimerkkikohteena Porvoossa sijaitseva Mannerheiminkatu, jonka liikennettä simuloitiin nykytilanteessa sekä edellä mainituilla toimenpiteillä.</p> <p>Tulokseksi saatiin selkeä käsitys siitä, miten erilaisilla toimenpiteillä pystytään parantamaan vihreän aallon toteutumista ja mitkä toimenpiteet ovat kannattavia toteuttaa myös liikenneturvallisuuden ja kustannusten näkökulmasta. Tutkimuksen pohjalta olisi mahdollista selvittää korkeamman nopeusrajoituksen teiden vihreän aallon parantamista erilaisilla toimenpiteillä. Tulevaisuutta ajatellen tutkimuksen tuloksia on myös mahdollista hyödyntää samankaltaisten kohteiden parissa.</p>	
Avainsanat	liikennevalot, liikennevalosuunnittelu, simulointi, vihreä aalto

Author(s) Title Number of Pages Date	Jukka Aravirta Improvement of Green Wave in Traffic Lights with Different Measures 59 pages + 4 appendices 3 October 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Mika Räsänen, Senior Lecturer Timo Kalevirta, Planning Manager
<p>The aim of this thesis was to examine the factors that affect the green wave of traffic lights and analyze operations that can improve the functionality of green wave. The analyzed measures were modification of the cycle length, group, signal and phasing modifications and detector modifications. Also safety and cost-benefit aspects were considered. The study focused on examining the inner city green wave.</p> <p>The used research data consisted of literature about traffic light planning and internal company knowhow. The effects of different measures were simulated with Synchro and SimTraffic softwares. The example case of this thesis was Mannerheiminkatu located in Porvoo the traffic of which were simulated in present state and with different measures mentioned before.</p> <p>The result of the research was a clear understanding about how to improve the green wave and which measures are worth executing from the safety and cost-benefit perspective. It would be possible to examine the improvement of green wave on highways on the basis of this research. In the future it is also possible to exploit this research in similar projects.</p>	
Keywords	green wave, simulation, traffic lights, traffic light planning

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	1
1.2	Työn rajaus	1
1.3	FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy	2
2	Liikennevalosuunnittelu	2
2.1	Suunnitteluun liittyviä teoksia	2
2.2	Tavoitteet liikennevalosuunnittelussa	3
2.2.1	Palvelutaso ja toimivuus	4
2.2.2	Liikennevalojen vaikutus liikenneturvallisuuteen	6
3	Liikennevalolaitteet	7
3.1	Ajoneuvo-opastin	7
3.2	Jalankulkijaopastin	10
3.3	Ilmaisimet	11
3.3.1	Silmukkailmaisimien	12
3.3.2	Infrapunailmaisimien ja tutkailmaisimien	13
3.3.3	Painonappi	14
3.4	Ohjauskojeet	15
4	Ohjaustavat	16
4.1	Valo-ohjelmat	18
4.2	Joukkoliikenne-etuus	19
4.3	Pakko-ohjaus	19
5	Esimerkkikohteen kuvaus	20
5.1	Yleistä	20
5.2	Liikennevalo-ohjaus	21
5.2.1	Valo-ohjelmat	22
5.2.2	Opastin- ja ilmaisinjärjestelyt	24
5.3	Liikennemäärät	26
5.3.1	Omnia-käyttö- ja valvontajärjestelmä	28
5.3.2	Laskenta paikan päällä	28

6	Nykytilanneanalyysi	29
6.1	Ohjelmisto	29
6.1.1	Synchro	29
6.1.2	SimTraffic	30
6.2	Tulokset	30
6.2.1	Aamun huipputunti	30
6.2.2	Päiväliikenne	37
6.2.3	Illan huipputunti	42
7	Vaihtoehtojen vertailu	48
7.1	Muutokset yhteenkytkennän kiertoajassa	48
7.2	Ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyt	50
7.3	Ilmaisinjärjestelyt	54
8	Johtopäätökset	56
9	Yhteenveto	57
	Lähteet	58

Liitteet

Liite 1. SimTraffic-raportti aamuruuhkasta nykytilanteessa

Liite 2. SimTraffic-raportti päiväruuhkasta nykytilanteessa

Liite 3. SimTraffic-raportti iltaruuhkasta nykytilanteessa

Liite 4. SimTraffic-raportti iltaruuhkasta 120 sekunnin kiertoajalla ja nuoliopastimilla

Lyhenteet ja käsitteet

Erillisohjaus

Liikennevalojen ohjaustapa, jossa valojen toimintaan ei vaikuta muiden risteysten liikennevalot. Kiertoajan pituus vaihtelee.

Huipputunti

Vuorokauden tai tarkastelujakson (esimerkiksi aamu tai iltapäivä) vilkkaimman tunnin liikennemäärä.

KVL

Keskimääräinen vuorokausiliikenne. Kuvastaa tie- / katuosuuden tai liittymän läpi kulkevaa keskimääräistä ajoneuvomäärää vuorokauden aikana.

Palvelutaso

Liittymän liikenteellistä toimivuutta kuvaava termi.

Pääsuunta

Liittymän suunta, joilla on suuret liikennemäärät.

Sivusuunta

Liittymän suunta, joilla on pienet liikennemäärät.

Tulosuunta

Liittymähaara, jota pitkin ajoneuvot ajavat liittymään.

Vihreä aalto

Yhteenkytkettyjen liikennevalojen toiminta siten, että liikenne etenee useiden liittymien läpi pysähtymättä.

Yhteenkytkentä

Usean peräkkäisen liikennevalo-ohjatun liittymän toiminnan tahdistaminen toisiinsa sopivaksi. Kiertoaika on kiinteä.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Yhteenkytkennällä tarkoitetaan useiden peräkkäisten liikennevalo-ohjattujen liittymien toiminnan tahdistamista toisiinsa sopivaksi. Yhteenkytkennällä pyritään saamaan pääsuunnan liikenne kulkemaan vihreässä aallossa, jolloin kyseisen kulkusuunnan ajoneuvot pystyvät ajamaan useiden liikennevalojen läpi tietyllä nopeudella pysähtymättä tai ainakin mahdollisimman vähin viivytyksin. (1, s. 168.) Vilkas liikenne edellyttää käytännössä katsoen aina vihreän aallon suunnittelua, kun lähekkäin on useita liikennevalo-ohjattuja liittymiä. Vihreän aallon suunnittelu on aina kompromissien tekemistä eri ajosuuntien kesken, ja vain harvoissa tilanteissa valo-ohjaus tyydyttää täysin kaikkia osapuolia liikenteessä. Mahdollisuus insinööriyönä tehtävästä liikennevalojen vihreän aallon parantamisen tutkimisesta tuli esille keväällä 2013, kun FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy sai Porvoon kaupungilta toimeksiannon Mannerheiminkadun liikennevalojen toiminnan optimoimisen selvittämisestä. Nykytilanteessa Mannerheiminkadun liikenne on hyvin vilkasta ja liittymävälit lyhyitä. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja vertailla toimenpiteitä, joilla ajoneuvoliikenteen vihreää aaltoa voisi parantaa. Insinööriyössä on haettu vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitkä seikat liikenteessä vaikuttavat liikennevalojen vihreän aallon sujuvuuteen?
- Miten ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyillä sekä ilmaisinjärjestelyillä ja yhteenkytkennän kiertoajan muutoksilla pystytään vaikuttamaan vihreään aaltoon?
- Mitkä toimenpiteet vihreän aallon sujuvuuden parantamiseksi ovat hyötykustannussuhteeltaan sekä liikenneturvallisuuden näkökulmasta kannattavia toteuttaa?

1.2 Työn rajaus

Vihreän aallon sujumista on mahdollista parantaa monenlaisilla toimenpiteillä. Tässä opinnäytetyössä aiheeksi on rajattu erilaisten ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyiden, ilmaisinjärjestelyiden, sekä yhteenkytkennän kiertoaikojen vaikutusten vertailu. Toimenpiteet ovat pelkästään liikennevalo-ohjaukseen vaikuttavia. Muita toimenpiteitä on

esimerkiksi erilaiset kaistajärjestelyt. Toimenpiteiden vaikutusta tutkitaan kuormitusasteen, keskimääräisten viivytyksien, jonoutumisen sekä pysähtymään joutuvien osuuden muutoksilla. Kuormitusaste on lukema, joka kertoo, kuinka paljon liittymän maksimivälityskyvystä on käytössä (1, s. 32). Tutkimus keskittyy keskustatyyppisen katualueen vihreän aallon parantamiseen, sillä korkeamman nopeusrajoituksen tieosuuksilla toimenpiteiden vaikutukset sekä palvelutasoa mittaavien mittareiden painoarvot ovat erilaisia. Eri toimenpiteiden vaikutuksia tutkitaan simuloimalla Porvoossa sijaitsevan Mannerheiminkadun liikennettä Synchro- ja SimTraffic-ohjelmistoilla. Tutkimuksen tuloksia tarkastellaan erityisesti katualueen käyttäjien näkökulmasta.

1.3 FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy on yksi monialaisen konsulttiyritys FCG Finnish Consulting Group Oy:n neljästä liiketoimintaryhmästä. Suunnittelu ja tekniikka-liiketoiminta muodostuu talo- ja laitossuunnittelusta, infra- ja yhdyskuntasuunnittelusta sekä ympäristö- ja energiakonsultointiin liittyvästä osaamisesta. Opinnäytetyö tehdään infra- ja yhdyskuntasuunnittelun liiketoimintaryhmän katu-, tie- ja liikennesuunnittelu-toimialalle FCG:n pääkonttorissa Helsingin Käpylässä.

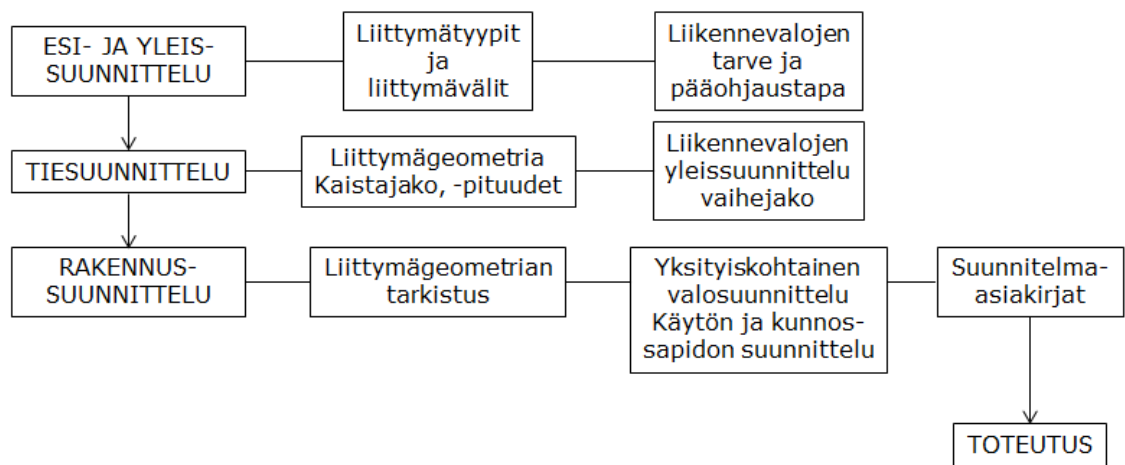
2 Liikennevalosuunnittelu

2.1 Suunnitteluun liittyviä teoksia

Lainsäädännöllisesti liikennevalosuunnittelua ohjaa liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista, jossa on annettu ohjeet liikennevalojen sijoittamiseen sekä käyttöön ja siitä löytyy myös määräykset erityisliikennevaloista. Tämä asetus on huomioitu suomalaisessa LIVASU-liikennevalojen suunnitteluohjeessa, jossa on pyritty keräämään yhteen ohjeeseen liikennevaloja koskevat tutkimukset, selvitykset ja suunnitteluohjeet. Ohjeen tarkoitus on yhtenäistää Suomessa yleisten teiden liikennevalojen suunnitteluperiaatteet ja -käytännöt, jotka ovat myös pääasiassa sovellettavissa kaupunkiolosuhteissa katujen liikennevaloihin. Suunnitteluohje on alun perin julkaistu vuonna 1978, mutta sitä on päivitetty useamman kerran, viimeksi vuonna 2006. Highway Capacity Manual (HCM) on amerikkalainen käsikirja liikennevirran palvelutasotarkasteluja varten, joka on paljon hyödynnetty perusteos aiheesta. HCM:ssä on määritel-

Liikennevalo-ohjauksella pyritään selkeään ja turvalliseen liikkumiseen, sillä valo-ohjatussa liittymässä liikennöinti on yksinkertaisempaa kuin valo-ohjaamattomassa. Yhteenkytkemällä useita peräkkäisiä liikennevalo-ohjattuja liittymiä on myös mahdollista saada liikennevirrat kulkemaan sujuvasti tie- / katualueen läpi mahdollisimman vähillä pysähdyksillä ja viivytyksillä. Haittapuolina varsinkin pienillä liikennemäärillä liikennevalo-ohjatun liittymän viivytykset kasvavat. Tämän seurauksena erityisesti jalankulkijat kävelevät herkästi punaista valoa päin aiheuttaen vaaratilanteita. Liittymän liikenteenvälityskyky pienenee myös jonkin verran liikennevalojen rakentamisen myötä. (1, s. 30–31.)

Liikennevalosuunnittelua tehdään jokaisella suunnittelutasolla esisuunnittelusta rakennussuunnitteluun, mutta yleisesti ottaen aikaisin tehdyillä päätöksillä pystytään vaikuttamaan tehokkaammin liikenteen toimivuuteen. 90–95% liikennevalojen toiminnan laatuun vaikuttavista päätöksistä tehdään esi- ja yleissuunnittelun sekä tie-/katusuunnittelun aikana. (1, s. 21.) Kuva 2 osoittaa LIVASU:n mukaan (1, s. 21) tärkeimmät työvaiheet suunnittelun eri vaiheiden aikana.



Kuva 2. Liikennevalosuunnittelun tärkeimmät toimenpiteet eri suunnitelmavaiheissa (1, s. 21).

2.2.1 Palvelutaso ja toimivuus

Liikenteen toimivuudesta käytetään usein termiä palvelutaso, jolla tarkoitetaan tienpitäjän tarjoaman väyläpalvelun laatua (5, s. 9). Sitä määritellään useilla erilaisilla mittareilla ja tarkastellaan eri näkökulmista, joista yleisimpiä ovat yhteiskunnallinen, tekninen ja käyttäjän kokemus palvelutaso. Yhteiskunnallinen palvelutaso on yleensä sanallisesti kuvailtu tavoite, jolla pyritään turvaamaan eri alueiden ja väestöryhmien tasavertainen

kohtelu sekä liikenteen riittävän hyvät toimintamahdollisuudet ja turvallisuus. Teknisellä palvelutasolla kuvataan tiellä vallitsevia olosuhteita suoraviivaisesti erilaisilla mittareilla, kuten viivytyksillä. Koetulla palvelutasolla tarkoitetaan tienkäyttäjän subjektiivista käsitystä liikenteen sujumisesta. Koetulla palvelutasolla mitatessa ihmiset kokevat täysin samanlaisen tilanteen liikenteessä eri tavoin, ja tilanteen kokemiseen vaikuttavat muun muassa sääolosuhteet, kiire, ikä ja terveydentila. Teknisen palvelutason tulisi kuvastaa yhteiskunnallisesti asetettujen tavoitteiden toteutumista, ja sillä pitäisi pystyä myös seuraamaan tienkäyttäjän kokemaa ajokokemusta. (5, s. 5, 13, 36, 56.)

Yleisimpiä teknisen palvelutason tunnuslukuja liikennevalo-ohjattujen liittymien toimivuuteen on kuormitusaste, käyttösuhde, keskimääräinen viivytys, pysähtymään joutuvien osuus ja viivytyksettä liittymän läpäisseiden osuus. Keskimääräisellä viivytyksellä tarkoitetaan ylimääräistä aikaa, joka yksittäisellä ajoneuvolla kuluu keskimäärin liittymän läpi ajettaessa. Taulukossa 1 on LIVASU-suunnitteluohjeen (1, s. 34) mukaiset raja-arvot liikennevalo-ohjatun liittymän palvelutasolle keskimääräisen viivytyksen perusteella. LIVASU:n määrittelemät palvelutasot eivät ole samoja kuin Highway Capacity Manualissa, vaan niitä on tarkastettu kansallisten olosuhteiden mukaisiksi.

Taulukko 1. Keskimääräisen viivytyksen mukainen palvelutaso valo-ohjatussa liittymässä

Palvelutaso	Keskimääräinen viivytys (s/ajon)
A	< 5,0
B	5,1...15
C	15,1...25
D	25,1...40
E	40,1...60
F	> 60

Kuormitusaste on lukema, joka kertoo, kuinka paljon liittymän maksimivälityskyvystä on käytössä. Maksimivälityskyvyllä tarkoitetaan sitä ajoneuvomäärä, joka pystyy ajamaan liittymän läpi tunnissa. Käyttösuhteella tarkoitetaan sitä, kuinka ison osan vihreän maksimijasta kyseisen liittymän mitoitettava liikennemäärä tarvitsee. Kun liikennemäärät ovat suuria, tulee käyttösuhdemenetelmällä pienempi tulos kuin kuormitusasteella, ja pienen liikennemäärän kanssa tilanne on päinvastainen. (1, s. 32.) Taulukossa 2 on esitettyä liikennevalo-ohjatun liittymän toimivuuden taso kuormitusasteen ja käyttösuhteen perusteella LIVASU:n (1, s.117) esittämällä raja-arvoilla.

Taulukko 2. Liittymän kuormitusasteen, käyttösuhteen ja toimivuuden välinen suhde (1, s. 117)

Kuormitusaste	Käyttösuhde	Toimivuus	Ruuhkautuminen
< 0,85	< 0,9	Hyvä	ei ruuhkia
0,85...0,95	0,9...1,0	Tyydyttävä	satunnaisia ruuhkia
0,95...1,05	1,0...1,1	Välttävä	lyhytaikaisia ruuhkia ja jonoja
> 1,05	> 1,1	Huono	pitkäaikaisia ruuhkia ja jonoja

2.2.2 Liikennevalojen vaikutus liikenneturvallisuuteen

Liikennevaloilla on yleisesti ottaen parantava vaikutus liittymän liikenneturvallisuuteen, kun liittymän KVL eli keskimääräinen vuorokausiliikenne on yli 15 000 ajoneuvoa. Mitä suurempi liikennemäärä, sitä tehokkaampi vaikutus liikennevaloilla on liittymän turvallisuuteen. Liikennevalojen asettamisen jälkeen on yleistä, että henkilövahinkojen sekä risteämisonnettomuuksien määrä laskee, mutta peräänajo-onnettomuuksien määrä saattaa kasvaa. Jalankulkijoiden kannalta tilanne on ongelmallinen, sillä liikennevalo-ohjatuilla suojateilla punaisia päin käveleminen on yleistä. Tällaisia tilanteita ilmenee varsinkin hiljaisen liikenteen aikaan. (1, s. 36.) On olemassa myös joitain maankäytöllisesti merkittäviä paikkoja, joihin liikennevalojen asettaminen on yleensä tarpeellista turvallisuussyistä pienistä liikennemääristä huolimatta. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi koulujen, päiväkotien ja vanhainkotien ympäristö. (6.) Taulukossa 3 on esitettyä tutkimuksia liikennevalojen käyttöönoton vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen eri paikoissa. Tuloksista voidaan päätellä, että myös peräänajojen määrä saattaa vähentyä liikennevalojen käyttöönoton jälkeen. Asiaan on monia vaikuttavia seikkoja; liikennevalojen toimivuus liikenneohjatusti (ilmaisimista saadun liikennetiedon mukaisesti), valojen havaittavuuden parantaminen ja alempi ajonopeus vaikuttavat muun muassa peräänajojen määrään alentavasti. (1, s. 36.)

Taulukko 3. Liikennevalojen käyttöönoton vaikutus eri paikoissa (1, s. 37)

Tutkimus- lähde	Paikka	Liittymien lukumäärä	Tapahtunut muutos (%)			
			kaikki onnettom.	hv-onnet- tom.	perään- ajot	risteämis- onnettom.
Bång	Tukholma	12	-43	-	-	-90
SSV	Tanska	27	-53	-77	-	-
Gunnarsson	Tukholma & Göteborg	40	-54	-52	76	-84
Oslo kommun	Oslo	20	-42	-	-	-
Luttinen	Lahti, 80-luvun alussa	10	-32	-54	76	-62
Jutila	Helsinki, 80-luvun alussa	19	-33	-33	-35	-67
Hautala	Espoo, 1984-1987	9	-45	-47	-53	-59
Tielaitos	Uusimaa, 80-luv. lopulla	9	-65	-63	-	-

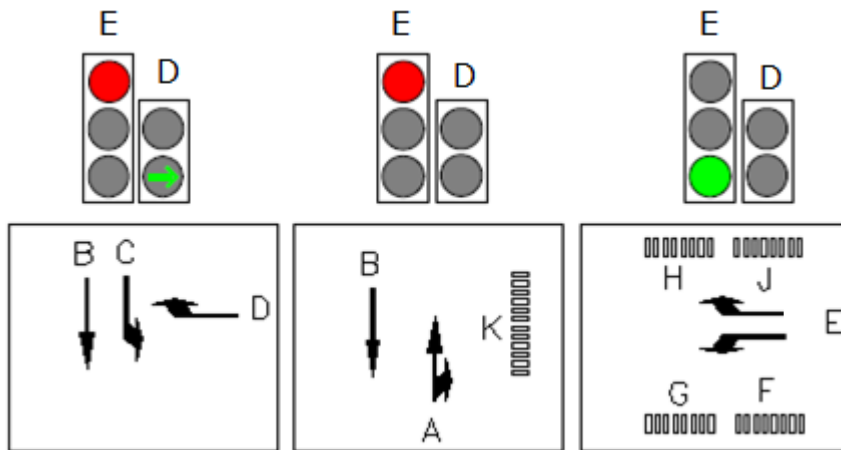
- = ei tiedossa

3 Liikennevalolaitteet

Seuraavissa alaotsikoissa on esiteltyinä yleisimmät liikennevalo-ohjauksessa käytettävät laitteet, jotka mahdollistavat sujuvan ja turvallisen ajamisen liittymän läpi.

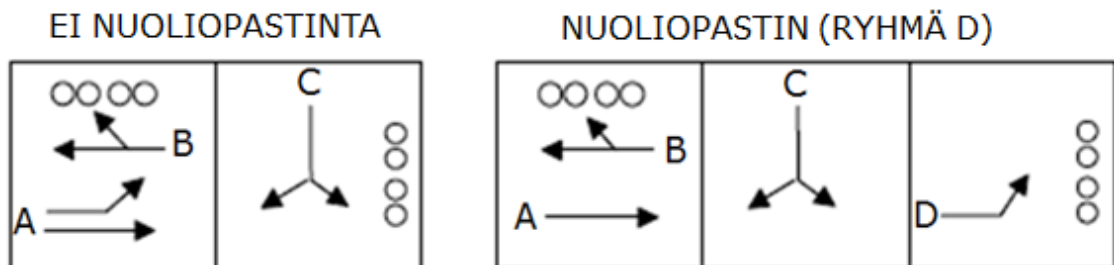
3.1 Ajoneuvo-opastin

Ajoneuvo-opastimen tehtävänä on näyttää onko kyseisestä suunnasta liittymään ajo sallittua. Ajoneuvo-opastimet ovat yksi- kaksi- ja kolmiaukkoisia. Valoaukon opastinkuva on joko oikealle tai vasemmalle osoittavan nuolen muotoinen tai pyöreä. (1, s. 58–62) Yksi- ja kaksiaukkoiset opastimet ovat lisäopastimia, joita voidaan käyttää vain kolmiaukkoisen opastimen rinnalla (7, 2. luku, 11 §). Tällä tavoin kääntyville ajoneuvoille on mahdollista näyttää vihreää valoa useammassa vaiheessa, jolla on parantava vaikutus liittymän välityskykyyn. Vaihekaavio määrää järjestyksen, jolloin eri valoryhmät voivat olla vihreänä (1, s. 44). Alla olevan kuvan 3 vaihekaaviossa on esitettyä lisäantynyt vihreän valon näyttämisen mahdollisuus idästä tuleville oikealle kääntyville, kun suunnalla D on kaksiaukkoisen nuoliopastin. Ryhmä E ohjaa sekä vasemmalle että oikealle kääntyviä suuntia, mutta kaksiaukkoisen ryhmä D ohjaa pelkästään oikealle kääntyvää suuntaa.



Kuva 3. Esimerkki kaksiaukkoisen nuoliopastimen hyödyntämisestä kolmihaaraisessa liittymässä

Kuvassa 4 on esimerkki liikenneturvallisuuden paranemisesta, kun vasemmalle kääntyvälle pääsuunnan liikenteelle (suunta A) on oma kolmiaukkoisen nuoliopastin kolmihaaraliittymässä. Tällä tavoin vasemmalle kääntyvä liikenne pääsee ajamaan liittymän läpi ilman konflikteja muiden ajoneuvojen tai jalankulkijoiden kanssa. Toimenpiteellä on parantava vaikutus vasemmalle kääntyvän liikenteen turvallisuudelle, mutta kokonaisuudessa liittymän liikenteenvälityskyky heikkenee, koska muille ajoneuvosuunnille näytetään punaista valoa vasemman suunnan vihreän aikana. Liittymän onnettomuudet vähenevät noin 30 – 50 %, kun vasemmalle kääntyvät ajoneuvot ohjataan omalla nuoliopastimellaan (1, s. 36). Kuvan esimerkissä sivusuunnalle C olisi myös mahdollista asettaa kaksiaukkoisen nuoliopastin oikealle kääntyville, jota voisi näyttää vihreänä samanaikaisesti vasemmalle kääntyvän suunnan D kanssa. Kaksiaukkoisen nuoliopastimen käyttö olisi perusteltua, mikäli oikealle kääntyvä liikenne olisi vilkasta. Kuvassa nuolet kuvaavat ajoneuvosuuntia ja pallot suojaiteita.



Kuva 4. Esimerkki vasemmalle kääntyvän liikenteen ohjaisesta omassa vaiheessa.

LIVASU 2005:ssä sanotaan (1, s. 88.), että vasemmalle kääntyvä ajoneuvoliikenne tulee ohjata omassa vaiheessaan, kun vähintään yksi seuraavista ehdoista toteutuu:

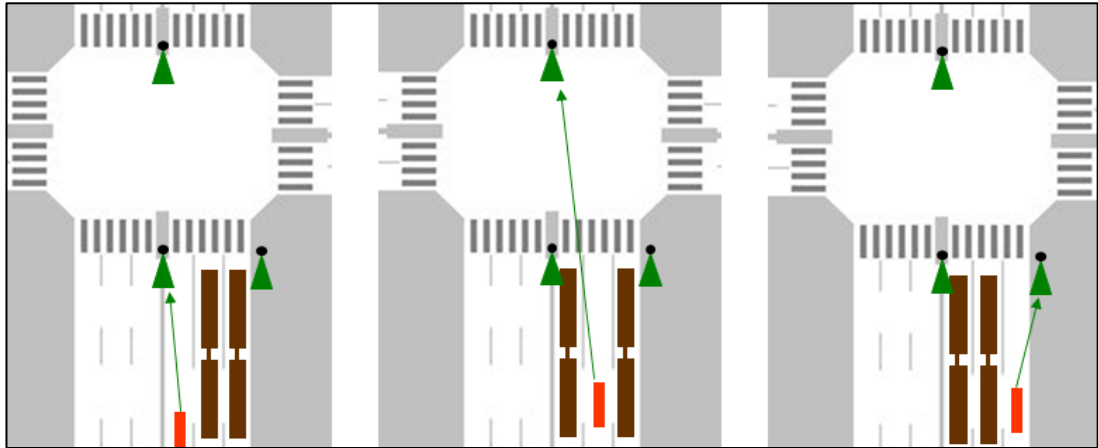
1. nopeusrajoitus on suurempi kuin 50km/h
2. vasemmalle kääntyminen tapahtuu kahdelta tai useammalta kaistalta
3. kaksiajorataisen väylän nopeusrajoitus on 50 km/h ja vasemmalle kääntyvien määrä on suurempi kuin noin 100 ajon/h
4. yksiajorataisen väylän nopeusrajoitus on 50 km/h ja vasemmalle kääntyvien määrä on suurempi kuin 200 ajoneuvoa/h
5. väistettävä liikenne käyttää kolmea tai useampaa kaistaa.

Jokaisella suunnalla on vähintään pääopastin sekä yksi toisto-opastin. Pääopastimen tehtävänä on näyttää myös pysäytysviivan paikka, ellei sitä ole muutoin esitetty. Pääopastin sijoitetaan aina tulosuunnan oikealle puolelle tai liittymän yläpuolelle, ellei kyseessä ole vasemmanpuoleisen kaistan liikenteen ohjaaminen erillään muusta liikenteestä. Tällöin pääopastimen sijainti tulee olla kaistan vasemmalla puolella tai yläpuolella (1, s. 58–62.) Kaistan yläpuolelle sijoitettava opastin sijoitetaan yleensä liikennevaloportaaliin kuvan 5 osoittamalla tavalla. Kuvassa vasemmalle kääntyville on myös oma opastin kaistan vasemmalla puolella, sillä vasemmalle kääntyvät ohjataan eri vaiheessa kuin suoraan ja oikealle ajavat ajoneuvot.



Kuva 5. Liikennevaloportaaliin asetettu kaistan yläpuolella oleva opastin

Mikäli tulosuunnalla on kolme tai useampia kaistoja, tulee toisto-opastimia olla vähintään kaksi. Näin vältetään siltä, että liittymään saapuva ajoneuvo ei näkisi yhtään opastinta. (8, s. 5.) Kuvassa 6 on havainnollistettuna useamman toisto-opastimen tarpeellisuus, jotta jokainen ajoneuvo näkisi opastimen kaikissa tilanteissa.



Kuva 6. Kahden toisto-opastimen tarpeellisuus kolmikaistaisella ajoradalla havainnollistettuna niin sanotulla rekka-autotestillä (8, s. 8.)

3.2 Jalankulkijaopastin

Mikäli liittymässä ohjataan ajoneuvoliikennettä liikennevaloilla, tulee suojatien kohdalla olla jalankulkijoita varten omat opastimet. Jalankulkijaopastimessa on päällekkäin kaksi valoaukkoa, joista ylempi näyttää kiinteää punaista seisovan henkilön muotoista valoa ja alempi kiinteää tai vilkkuvaa vihreää kävelevän hahmon muotoista valoa. (7, 20§.) Jalankulkijoiden valojen yhteyteen sijoitetaan usein myös ääniopastin. Ääniopastin on usein samassa rasiassa kuin jalankulkuvalojen painonappi, joka sijoitetaan vasemmalla puolelle kulkusuuntaan nähden. (1, s. 61.) Tiettyjen etäisyyteen ja ajoneuvoliikenteen nopeuteen liittyvien kriteerien perusteella on tarkasteltava valo-ohjauksen tarvetta liikennevaloliittymän läheisyydessä oleville suojateille. Kriteereitä on esitettynä taulukossa 4.

Taulukko 4. Suojatien määräytyminen lähellä olevien liikennevalojen perusteella (1, s. 30)

	Valo-ohjaamattoman suojatien pienin sallittu etäisyys (m) liikennevaloliittymän lähimmästä pääopastimesta		
Nopeus- rajoitus (km/h)	Suojatien kohdalla 1 kaista / ajosuunta	Suojatie sijaitsee valo- ohjaamattomassa liittymässä	Muulla
≤ 50	30	30	60
60, 70	100	100	100

3.3 Ilmaisimet

Ilmaisimien tehtävä liikenteessä on havaita ajoneuvoja, polkupyöräilijöitä sekä jalankulkijoita, ja hyödyntää tätä havaittua tietoa liikennevalojen ohjauksessa liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta parantamalla. Ilmaisimilla on monia eri käyttötarkoituksia, tärkeimpinä

- vihreän valon pyytäminen tietylle tulosuunnalle
- vihreän valon pidentäminen
- kertyneen jonon purkaminen
- joukkoliikenne-etuisuuden toteuttaminen
- nopeuden mittaaminen
- liikenteen laskenta.

Yksi ilmaisimien palvelu useinkin on monia eri tarkoituksia, esimerkiksi vihreän valon pyytämistä, pidentämistä ja liikenteen laskentaa. (1, s. 68, 9.) Myös sekin on tärkeää tietoa, jos ilmaisimien ei havaitse liikennettä. Tällöin voidaan olettaa, ettei kyseisellä tulosuunnalla ole liikennettä, jolloin vihreää valoa on mahdollista näyttää enemmän muille tulosuunnille, jotka sitä mahdollisesti tarvitsevat. Tätä kutsutaan liikennevalojen liikennetieto-ohjaukseksi, jolla pyritään mahdollisimman pieniin viivytyksiin ja pysähdyksiin liittymässä (1, s. 35). Mikäli liittymässä ei ole mahdollista saada tietoa liikenteestä, toimivat liikennevalot aikaohjatusti, jolloin vihreää valoa näytetään aina yhtä pitkään opastinryhmälle (1, s. 16). Seuraavissa alaotsikoissa on tarkemmin kerrottu erilaisten ilmaisimien toimintatavoista ja käyttötarkoituksista.

3.3.1 Silmukkailmaisain

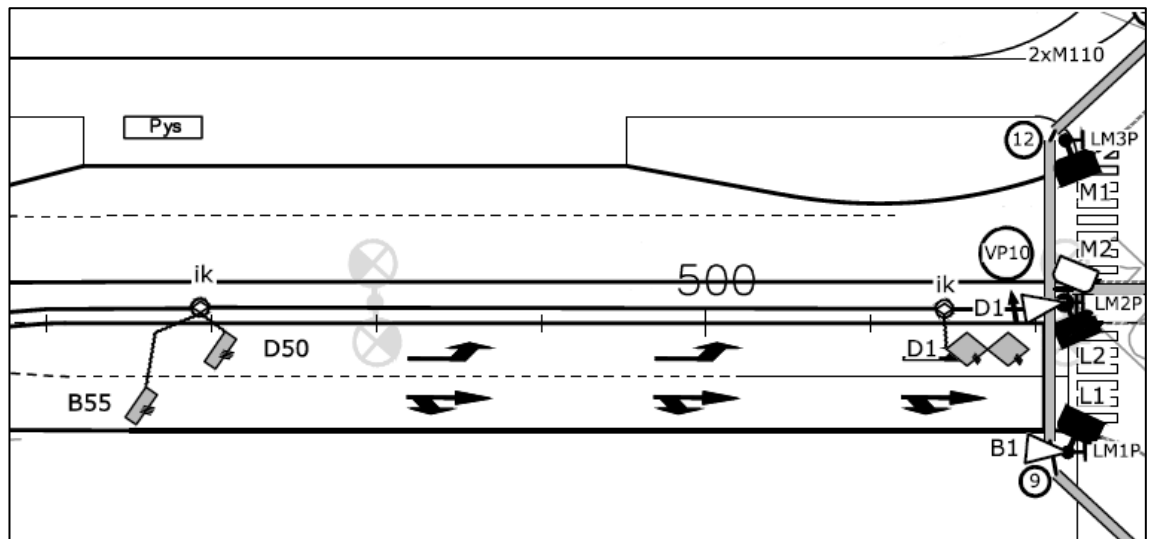
Silmukkailmaisain on yleisin ilmaisintyyppi ajoneuvojen havaitsemiseen. Se on asfalttiin sahaamalla upotettu johdin, joka on yhdistetty liikennevalojen ohjauskojeeseen ilmaisinyhdyskaapelilla. Silmukkailmaisain havaitsee yli ajavan ajoneuvon sen aiheuttaman magneettikentän muutoksen perusteella. Tästä syystä silmukkailmaisain ei ole luotettavin vaihtoehto moottoripyöriä ja varsinkaan mopoja ajatellen, jotka eivät aiheuta yhtä suurta muutosta magneettikenttään kuin autot. (1, s. 68.) Muina huonoina puolina silmukkailmaisimissa voidaan mainita rakentamis- ja huoltotoimenpiteiden hankaluus, sillä lähes aina silmukkailmaisinta rakennettaessa tai korjattaessa joudutaan sulkemaan ainakin osa kaistasta, jolla kyseinen ilmaisin sijaitsee. (1, s. 69.) Tämän takia silmukkailmaisimet pyritään aina rakentamaan kaistakohtaisesti.



Kuva 7. Pysäytysviivan tuntumassa oleva kahdeksikkoilmaisin, joka toimii läsnäoloilmaisimena (9.)

Rakentamisen ja kunnossapidon haasteista huolimatta silmukkailmaisain on kuitenkin luotettava ja monissa tapauksissa ainoa vaihtoehto liikennevalojen ohjaamiseen. Sillä pystyy luotettavasti saamaan tiedon, millä kaistalla ajavasta ajoneuvosta ilmaisu tulee, eikä turhia ilmaisuja tule niin herkästi kuin tutka- ja infrapunailmaisimilla. Silmukkailmaisimella on mahdollista toteuttaa kaikkia luvussa 3.3 mainittuja ilmaisintoimintoja. Ilmaisinsilmukat voi jakaa karkeasti kolmeen eri ryhmään käyttötarkoituksen mukaan; läsnäoloilmaisimiin, kulkuilmaisimiin ja muihin ilmaisimiin. Läsnäoloilmaisin on pysäytysviivan eteen sijoitettu ilmaisin jonka tehtävä on havaita pysähtynyt tai ilmaisimen yli

ajava ajoneuvo. Läsnaöloilmaisimen tehtävä on taata punaisen valon aikana kertyneen jonon purkautuminen, ellei kyseessä ole tilanne jolloin liittymä on ylikuormittunut. Läsnaöloilmaisimien sekä pyytää että pidentää vihreää valoa. Läsnaöloilmaisimia käytetään yleensä kaistoilla, joilla liikennemäärät ei ole kovin suuret, esimerkiksi pääsuunnan vasemmalle kääntyvien kaistat ja sivusuuntien kaistat. Kulkuilmaisimen tehtävä on havaita sen päältä ajanut ajoneuvo ja näin ollen pyytää tai pidentää vihreää valoa. Kulkuilmaisimia saattaa olla yhdellä kaistalla useampia, ja ne pyritään sijoittamaan 40 – 150 metrin päähän pysäytysviivasta. Usein kulkuilmaisimen joutuu kuitenkin sijoittamaan lähemmäksi, esimerkiksi jos vasemmalle kääntyvien kaista on hyvin lyhyt ja sille halutaan asettaa läsnäoloilmaisimen lisäksi myös kulkuilmaisim. (1, s. 70, 122, 138.) Ilmaisimet nimetään ohjattavan ryhmän ja pysäytysviivalle olevan etäisyyden mukaan kuvan 8 esimerkin mukaisesti.

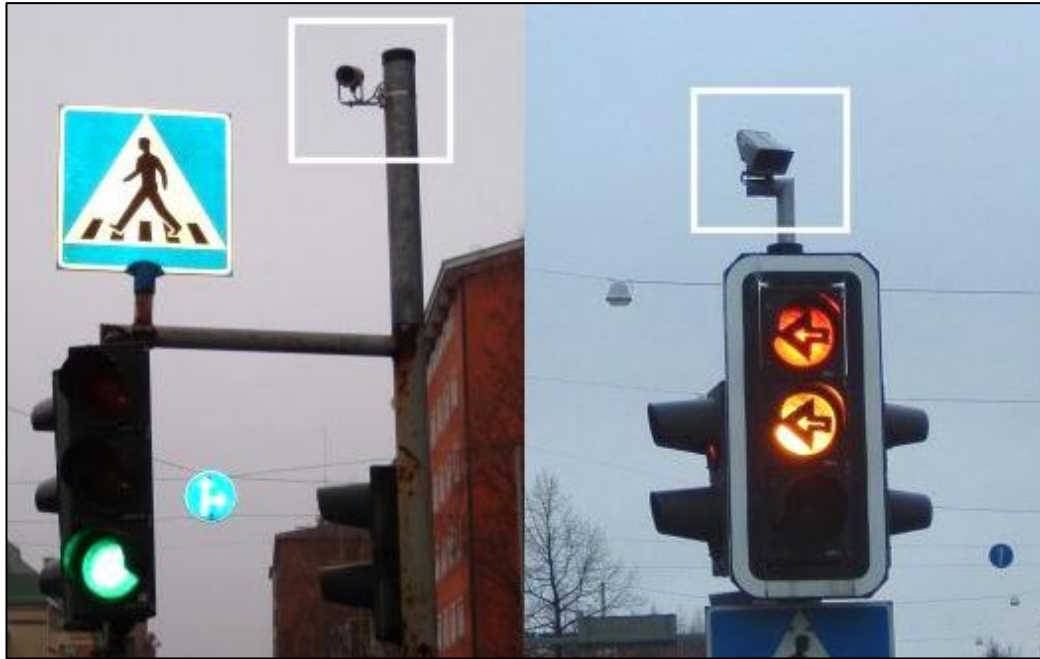


Kuva 8. Metrin päässä pysäytysviivassa oleva läsnäoloilmaisim (D1) sekä 50 ja 55 metrin päässä olevat kulkuilmaisimet (D50 ja B55) asemapiirustuksessa esitettyinä

3.3.2 Infrapunailmaisimien ja tutkailmaisimien

Vaikka infrapuna- ja tutkailmaisimet ovat ulkoisesti hyvin samannäköisiä, perustuu niiden toiminta kuitenkin erilaisiin tekniikoihin. Infrapunailmaisimien havaitsee ajoneuvot lämpösäteilyn muutoksesta, ja tutkailmaisimien sen lähettämän mikroaalloenergian muutoksesta liikkuvaan kohteeseen heijastuessa. Molempia voidaan käyttää sekä ajoneuvo- että jalankulkuilmaisimina. Suojateiden liikennevaloja ajatellen infrapuna- ja tutkailmaisimet ovat erityisen hyviä polkupyöräilijöille. Tällöin pyöräilijän ei parhaassa tapauksessa tarvitse pysähtyä punaisiin valoihin painamaan painonappia, jos suojatievalol-

la on mahdollisuus vaihtua vihreäksi. Vaikka toiminta perustuukin erilaisiin tekniikoihin, ovat molemmat ilmaisintyypit herkkiä ylimääräisille ja tarpeettomille ilmaisuille. Ne eivät myöskään sovellu hyvin / ollenkaan läsnäoloilmaisimiksi tai moneen muuhun ilmaisimelta toivottavaan toimintaan (esim. joukkoliikenne-etuuden toteuttaminen), joten ne eivät ole lainkaan yhtä suuressa käytössä kuin silmukkailmaisimet. Hyvänä puolena silmukkailmaisimeen verrattuna voidaan sanoa huomattavasti helpommat rakennus- ja kunnossapitotyöt sekä pienempi riski vaurioitumiseen. (1, s. 72.)



Kuva 9. Infrapunilmaisin vasemmalla ja tutkailmaisin oikealla (9.)

3.3.3 Painonappi

Jalankulkijan sekä polkupyöräilijän on mahdollista pyytää vihreää valoa tutka- ja infrapunailmaisimien lisäksi myös pylvääseen sijoitetulla painonapilla, joka on selkeästi yleisin kevyen liikenteen ilmaisin. Painonappikotelossa on usein myös ääniopastin näkövammaisille. Painonapit ja ääniopastimet sijoitetaan myös suojatien keskikorokkeille. (1, s. 188.) Mikäli suojatiellä ei ole painonappeja tai tutkia, tulee suojatievihreä omassa vaiheessaan aina kiinteällä pyynnöllä, eli vihreä valo palaa vaikka suojatien ylittäjiä ei olisikaan tulossa.

3.4 Ohjauskojeet

Liikennevaloja ohjataan liittymän lähistöllä sijaitsevalla ohjauskojeella, jossa liikenteen ohjaukseen tarvittavan ohjauskojeiston tekniikka sijaitsee kojekaapissa. Yleensä yhdellä kojeella ohjataan yhden liittymän valojen toimintaa, mutta joissain tilanteissa voidaan useampaa liittymää ohjata yhdellä kojeella, kun liittymät ovat lähekkäin. Kuvassa 10 on kojekaappi, jonka sisällä on EC-2-ohjauskojeisto. Kojeen ohjelmointi tapahtuu joko paikalla kojeelta käsin (esimerkiksi kytkemällä kannettava tietokone kojeeseen), tai etäyhteydellä tietoliikenneverkon kautta, mikäli kojeen vikavalvonnan toiminta on kaksisuuntaista. Tällöin kojeen toimintaan pystyy tekemään muutoksia etäyhteydellä ja koje lähettää tietoa toiminnastaan saman yhteyden välityksellä. Kaikki liikennevalot ovat kaukovalvonnassa vähintään yksisuuntaisesti, jolloin esimerkiksi ilmais- ja opastinvioista välittyvä tieto etävalvontapaikkaan. Kaikki uudet liikennevaloliittymät liitetään kaukovalvontaan kaksisuuntaisella toiminnan seurannalla. (1, s. 82–83.)

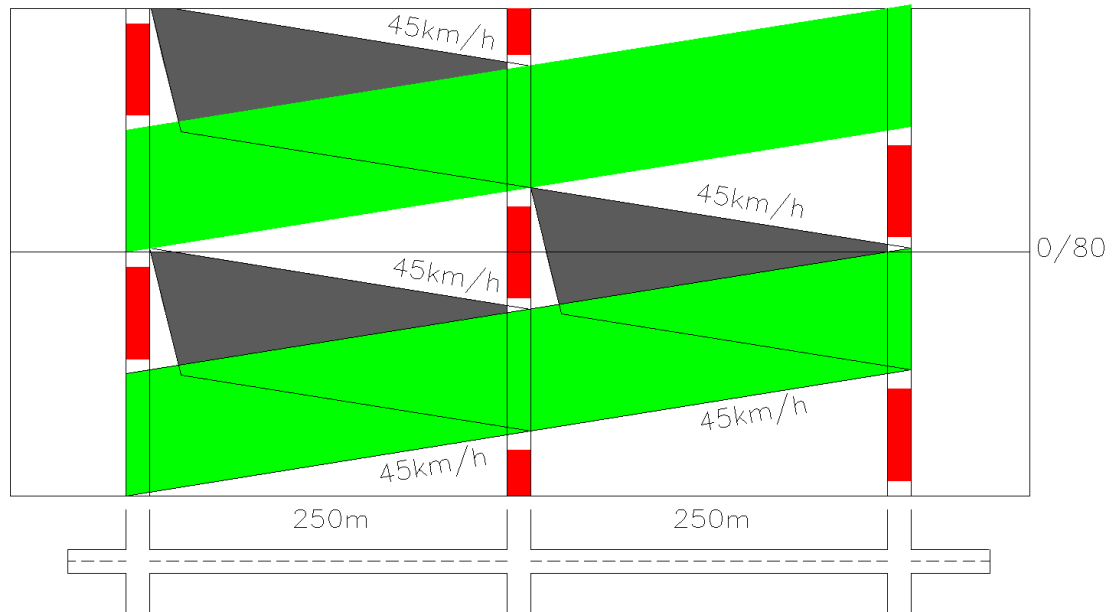


Kuva 10. EC2-ohjauskoje (10, s.6)

4 Ohjaustavat

Liikennevalojen ohjaustavan valinta on yleensä liikennemääristä ja muista lähellä olevista liittymistä riippuvainen. Yleisimmät ohjaustavat ovat erillisohjaus sekä yhteenkytkentä. Erillisohjauksella liittymässä sijaitsevien liikennevalojen toiminta ei ole riippuvainen muiden liittymien liikennevalojen toiminnasta. Tällöin liikennevalot toimivat joustavasti liikennemäärien mukaan, sillä erillisohjatussa ohjelmassa ei ole kiinteää kiertoaikaa, jonka aikana kaikkien ohjattavien opastinryhmien tulisi päästä vihreälle. Erillisohjauksessa ongelmia saattaa kuitenkin tulla, mikäli useita liikennevaloliittymiä on lähekkäin. Tällöin yhteenkytkentä on yleisesti käytetty ohjaustapa varsinkin kun liikennemäärät ovat suuria. Yhteenkytkennässä vähintään kahden (yleensä useamman) liikennevalo-ohjatun liittymän toiminta on tahdistettu siten, että pääsuuntien liikenne pääsee liittymien läpi tietyllä nopeudella pysähtymättä, tai mahdollisimman vähin pysähdyksin ja viivytyksin. (1, s. 155.) Tällöin ajoneuvojen päästöt, kulutus sekä äänihaitat vähenevät, kun ajaminen on tasaista eikä jatkuvaa jarruttamista ja kiihdyttämistä esiinny. Vihreällä aallolla on myös mahdollista kontrolloida liikenteen nopeutta, kun ylinopeuden ajaminen johtaa punaisiin valoihin pysähtymiseen, jota ei olisi tapahtunut mitoitusnopeutta ajamalla. Yhteenkytkentä on lähes aina sivusuuntien viivytyksiä ajatellen erillisohjausta huonompi vaihtoehto, ja yhteenkytkennän käyttö onkin sitä perustellumpaa, mitä suurempi osuus kokonaisliikennemäärästä kulkee pääsuunnassa. (1, s. 169.) Erillisohjauksen ja yhteenkytkennän lisäksi myös linkitys on joissain tilanteissa käytetty ohjaustapa, jossa liittymien liikennevalo-ohjaus vaikuttaa osittain muiden liittymien toimintaan (1, s. 17).

Yhteenkytketyssä ohjelmassa vihreä aalto on aina mahdollista toteuttaa yhteen suuntaan. Yleensä olisi kuitenkin tarpeen saada molemmat pääsuunnat kulkemaan vihreässä aallossa, jolloin sujuvan aallon suunnittelu molempiin suuntiin ei välttämättä onnistu ollenkaan. Alla olevassa kuvassa 11 on esitettyä yksinkertaistettu kolmen liittymän yhteenkytkentäkaavio, jossa yhteenkytkentäohjelman kiertoaikana on 80 sekuntia ja ajoneuvon mitoitusnopeus 45 km/h. Yhteenkytkentäkaavio on matka-aikakaavio, jossa on graafisesti esitettyä liikennevalojen vihreän aallon toiminta. Kaavion vaaka-akselilla esitetään kuljettu matka ja pystyakselilla kulunut aika. (11.) Kaaviosta huomaa, ettei kyseisellä mitoitusnopeudella ja kiertoajalla vihreä aalto ole mahdollinen molempiin suuntiin.



Kuva 11. Esimerkki yhteenkytkentäkaaviosta, jossa vihreä aalto toteutuu vain toiseen pääsuuntaan

Yhteenkytkennän kiertoaika on yleensä 70 s – 120 s. Yleisesti ottaen suuremmat liikennemäärät vaativat pidempää kiertoaikaa kuin pienemmät liikennemäärät. 70 sekuntia lyhyempien kiertoaikojen haittana on erityisesti kapea vihreä aalto, joka vaikuttaa negatiivisesti liittymän välityskykyyn sekä altistaa aaltoa satunnaisille häiriöille liikenteessä. Pitkillä kiertoajoilla sivusuuntien sekä jalankulkijoiden viivytykset kasvavat, joka huonontaa sivusuuntien liikenteenvälityskykyä ja aiheuttaa jalankulkijoiden punaisia päin kävelemistä. Yli 120 sekunnin kiertoaikaa ei tulisi koskaan käyttää, mikäli kevyt liikenne risteää tasossa päätien kanssa. (1, s. 171.) Yhteenkytkennän mitoitusnopeuteina käytetään aina nopeusrajoitusta alhaisempaa nopeutta, yleensä mitoitusnopeus on 80 – 95 % nopeusrajoituksesta. Yleisesti ottaen on sitä parempi, mitä lähempänä mitoitusnopeus on nopeusrajoitusta. (1, s. 174.) Taulukossa 5 on esitettyinä ehdot, joilla vihreä aalto on mahdollista toteuttaa molempiin pääsuuntiin samanaikaisesti.

Taulukko 5. Risteysten välimatkojen ja ajonopeuden vaikutus kiertoaikaan, jolla vihreä aalto on mahdollinen molempiin suuntiin (11.)

Liikennevaloristeysten välimatkat, joilla vihreä aalto on mahdollinen samanaikaisesti molempiin ajosuuntiin				
Valojen kiertoaika	Liikenteen ajonopeus			
	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h
40s	220m	280m	330m	390m
50s	280m	350m	420m	490m
60s	330m	420m	500m	580m
70s	390m	480m	580m	680m
80s	440m	560m	670m	780m
90s	500m	630m	750m	880m

Taulukon lukuarvot perustuvat kaavaan $L=1/2C*S$, jossa L =välimatka, C =kiertoaika ja S =vihreän aallon nopeus. Vielä +/- 20% poikkeamat taulukon lukuarvoista eivät käytännössä olennaisesti vaikeuta vihreän aallon toteutusta kunhan risteysten keskimääräinen välimatka on taulukon mukainen. Huomaa, että kiertoajat 40 ja 50 sekuntia ovat käytännössä mahdollisia vain harvoissa erikoistapauksissa.

Näistä kolmesta ehdosta ainoastaan valojen kiertoaikaan ei tarvitse ottaa muita seikkoja kuin liikennevalot huomioon, joten ehdot jäävät usein toteutumatta ja vihreän aallon suunnittelussa joudutaan tekemään kompromisseja. Aallon toteutumista joudutaan soveltamaan katkaisemalla sitä alku- tai loppupäästä tai jopa katkaisemalla aalto kokonaan jonkun liittymän kohdalla. Kokonaan katkaisu on tietyissä tilanteissa hyvä ratkaisu, kun jonotustilaa (liittymäväli) on riittävästi, sillä se vähentää peräänajoriskiä sekä ajonopeuksien nousemista verrattuna aallon yllättävään katkeamiseen kesken liittymään saapuvan liikennevirran.

4.1 Valo-ohjelmat

Lähes poikkeuksetta samanlainen valo-ohjelma ei sovellu jokaiseen vuoden- ja vuorokaudenaikaan. Ajoneuvoliikenteen määrät sekä painotukset muuttuvat päivän aikana, ja esimerkiksi aamun sekä iltapäivän huippuruuhkatuntien aikana on tärkeää maksimoida ruuhkaisimpien suuntien liikenteenvälityskyky. Yleensä yhteenkytketyissä liikennevaloliittymissä on omat ohjelmansa aamu-, päivä- sekä iltaliikenteelle, ja sen lisäksi vielä erillisohjausohjelma hiljaisempaa liikennettä varten. Hiljaisen liikenteen aikaan esimerkiksi yöllä ei ole syytä pitää liittymää yhteenkytkennässä, joka aiheuttaa sivusuunnille ja jalankulkijoille turhan pitkiä odotusaikoja. Yhteenkytkentäohjelmissa on yleensä sitä pidempi kiertoaika, mitä ruuhkaisemmasta tilanteesta on kyse. Mikäli liit-

tymä on jatkuvasti erillisohjauksessa, suunnitellaan yleensä vilkasta ja hiljaista liikennettä varten omat ohjelmansa. (1, s.157–158.) Joissain tilanteissa saattaa liikennevaloille olla oma ohjelmansa erilaisia tapahtumia varten, jos esimerkiksi lähistöllä loppuva jääkiekkopeli aiheuttaa hetkellisen voimakkaan liikennevirran jäähallin suunnasta (12). Yleensä valo-ohjelmat vaihtuvat kellonajan mukaan, mutta ohjelmavalinta on mahdollista toteuttaa myös liikenneohjatusti. Tällöin valo-ohjelma voi vaihtua esimerkiksi yöllä käytössä olleesta erillisohjauksesta aamun ruuhkaohjelmaan siinä vaiheessa, kun ilmaisimilta on saatu tietoa liikennemääristä, jotka edellyttävät ohjelmanvaihtoa.

4.2 Joukkoliikenne-etuus

Useiden kaupunkien liikennevalo-ohjauksessa suositaan joukkoliikennettä antamalla niille erityisiä joukkoliikenne-etuuksia. Joukkoliikenne-etuuksilla tarkoitetaan yleensä linja-autoille annettavia etuuksia, mutta myös raitiovaunuille on kehitetty etuuksia 1970-luvulta lähtien. Joukkoliikenne-etuuksilla pyritään saamaan hyötyä sekä matkustajille sekä liikennöitsijälle lyhentämällä matka-aikaa ja parantamalla aikataulussa pysymistä. Liikennöitsijän kannalta merkittävimmät hyödyt saavutetaan kun linjalla liikennöivää kalustoa voidaan vähentää. Yleisimmät joukkoliikenne-etuudet ovat vihreän pidennys, aiennus sekä ylimääräinen vaihe. Muita etuuksia on muun muassa kiertoaajan nopeuttaminen sekä vaiherotaatio. Vihreän pidennys toteutetaan silloin, kun linja-auto on saapumassa liikennevaloihin, jotka vaihtuisivat muuten punaiseksi ennen kuin linja-auto ehtisi ylittää pysäytysviivan. Vihreän aiennus tapahtuu katkaisemalla edellisen vaiheen vihreä niin nopeasti kuin se on turvallisesti mahdollista, ja ylimääräisessä vaiheessa linja-auton tulosuunnalle näytetään vihreää valoa ennen sen varsinaista vaihekaaviossa olevaa vaihetta. (13, s. 7-8.) Joukkoliikenne-ilmaisuus toteutetaan pääsääntöisesti siihen tarkoitettulla silmukkailmaisimella tai satelliittipaikannustekniikalla (13, s. 16, 19). Joukkoliikenne-etuudet aiheuttavat aina muutoksia yhteenkytkentään, ja niiden vaikutuksia tulisikin tarkastella ennen käyttöönottoa sekä käyttöönoton jälkeen.

4.3 Pakko-ohjaus

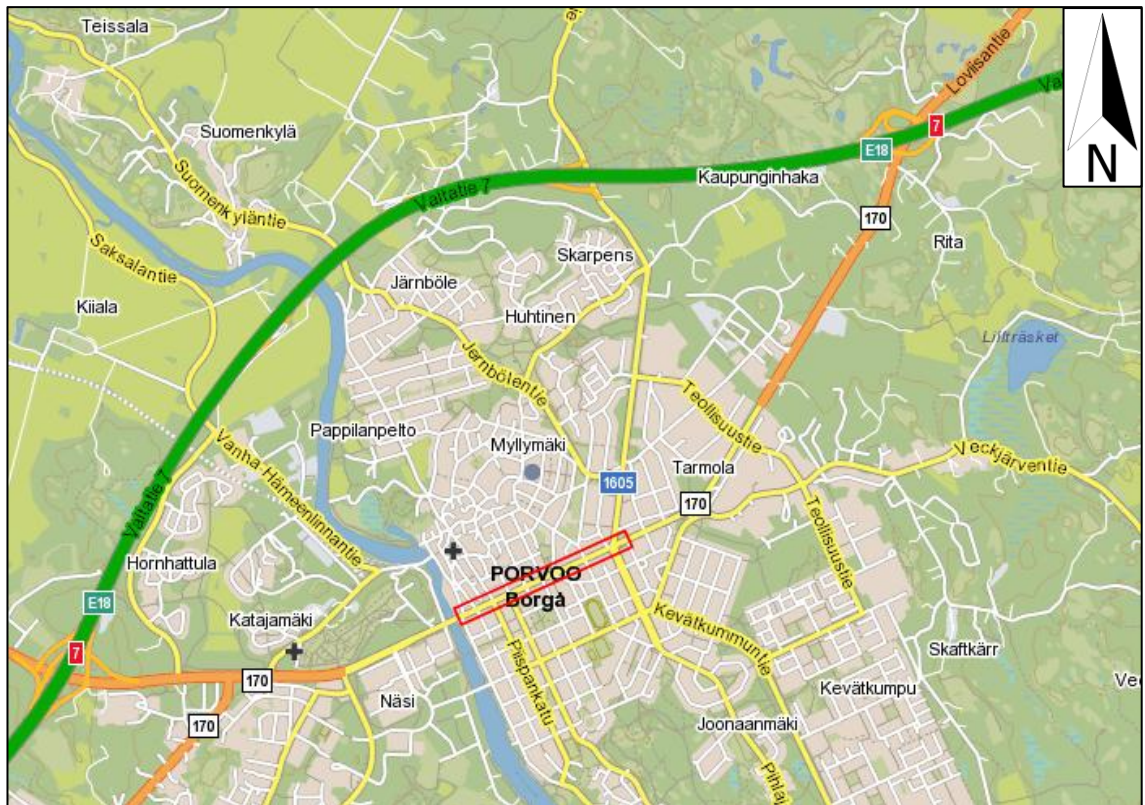
Monissa kaupungeissa sairaankuljetus- ja pelastusajoneuvot voivat vaikuttaa liikennevalojen toimintaan käynnistämällä pakko-ohjauksen. Pakko-ohjauksella pyritään nopeuttamaan hälytysajoneuvon kohteeseen pääsyä sekä parantamaan pelastushenki-

löstön työturvallisuutta. Pakko-ohjaus kytkeytyy päälle, kun hälytysajoneuvon hälytysvilkut laitetaan päälle, jolloin ajoneuvossa oleva lähetin lähettää signaalin liikennevaloille, joihin on ohjelmoitu pakko-ohjausohjelma. Signaalin saatuaan pakko-ohjaus keskeyttää normaalisti toiminnassa olevan liikennevalo-ohjelman päästäen hälytysajoneuvon liittymän läpi mahdollisimman nopeasti. Ohjaus palautuu normaaliksi, kun hälytysajoneuvo on ajanut liittymän läpi. (14.)

5 Esimerkkikohteen kuvaus

5.1 Yleistä

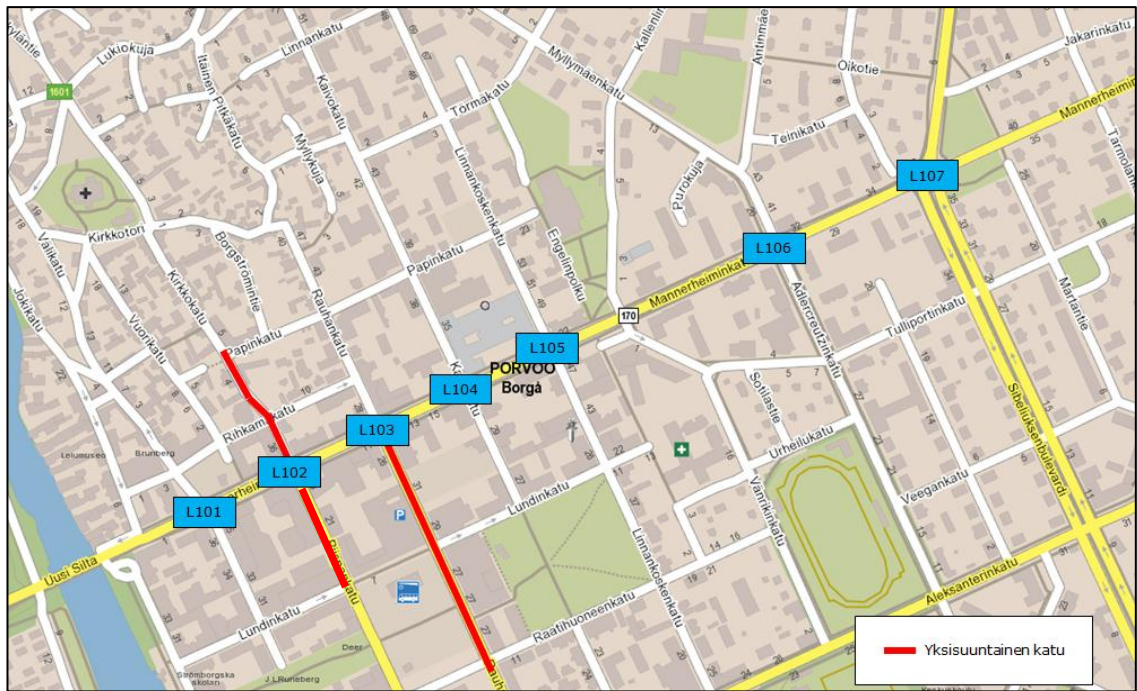
Mannerheiminkatu kulkee Porvoon keskustan läpi. Katu toimii vedenjakajana Porvoossa, sillä sen pohjoispuolella on Vanhan Porvoon alue, ja eteläpuolella uudempi Empire-kaupunki (15, s. 5). Liikenne Porvoonväylältä (Vt 7) sekä Helsingintieltä (maantie 170) Porvoon keskustaan kulkee pääsääntöisesti Mannerheiminkadun kautta. Mannerheiminkatu ja sen eteläpuolella sijaitseva samansuuntainen Aleksanterinkatu ovat Porvoon pääkadut. Ajoneuvoliikenteen sujuvuutta ajatellen Mannerheiminkadun sijainnin keskeisyys Porvoossa aiheuttaa myös haasteita, sillä alueella kulkee runsaan ajoneuvoliikenteen lisäksi myös paljon jalankulkijoita. Mannerheiminkatu on yhtäjaksoista loivaa ylämäkeä itään päin ajettaessa, mikä vaikeuttaa hieman itään päin ajavien liikkeellelähtöä ja aiheuttaa ylinopeuden ajamista länteen päin ajaville ajoneuvoille. Liikenteessä simuloinnissa esiintyneistä ongelmista kerrotaan tarkemmin alaluvuissa 6.2.1 – 6.2.3. Mannerheiminkadulla ei ole toteutettuna joukkoliikenne-etuuksia eikä pakko-ohjausta. Linja-autoliikennettä kulkee vain liittymien L101 ja L103 läpi, ja nekin ovat harvavuoroisia kaukoliikenteen linja-autoja. Kuvassa 12 on esitettyä kohteen tarkempi sijainti Porvoossa.



Kuva 12. Mannerheiminkadun sijainti Porvoossa (merkattuna punaisella)

5.2 Liikennevalo-ohjaus

Mannerheiminkadulla on seitsemän liikennevalo-ohjattua risteystä välillä Runeberginkatu – Sibeliuksenbulvardi, liittymät on numeroitu L101-L107 numeroinnin kasvaessa itään päin. Liittymässä L102 sivusuunta Piispankatu / Kirkkokatu on yksisuuntainen (vain pohjoiseen päin ajaminen sallittu) ja liittymässä L103 eteläinen suunta on yksisuuntainen liittymästä poistuvaan suuntaan. Muutoin liittymät ovat nelihaaraliittymiä. Vaikka suojateillä onkin painonapit, ovat ne kaikki kuitenkin kiinteällä pyynnöllä, jolloin ne tulevat jokaisessa kierrossa vihreäksi. Kuvassa 13 on esitettyä liittymien sijainti Mannerheiminkadulla. Liittymien L101-L105 väliset etäisyydet ovat noin 100 metriä. Liittymien läheisyys toisiinsa nähden aiheuttaa omat haasteensa valo-ohjauksen ja erityisesti yhteenkytkennän suunnittelulle. Liittymien L105 ja L106 etäisyys toisistaan on noin 270 metriä, ja niiden välillä sijaitsee muun muassa ruokakaupan parkkipaikka, joka ei kuitenkaan merkittävästi vaikuta Mannerheiminkadun yhteenkytkennän toimintaan. Liittymien L106 ja L107 välinen etäisyys on noin 190 metriä.



Kuva 13. Liikennevalot L101-L107 Mannerheiminkadulla

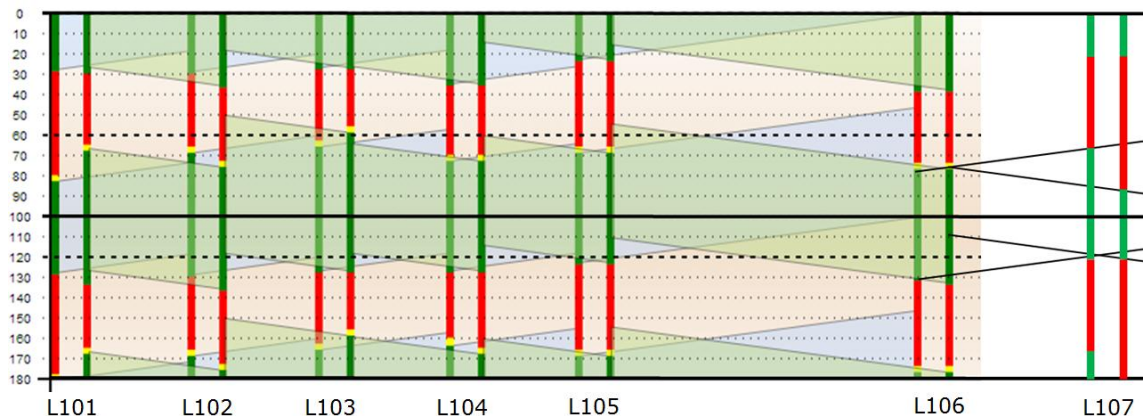
5.2.1 Valo-ohjelmat

Mannerheiminkadun valo-ohjauksessa käytetään pääasiassa yhteenkytkentää, ja kaikista hiljaisimpina aikoina (myöhäisilta, yö sekä varhainen aamu) käytössä on erillisohjaus. Liikennemäärät ovat suurimmillaan arkisin noin kello 7.30 – 18.45, jolloin käytössä on 85 sekunnin (päiväohjelma) ja 100 sekunnin (aamu- sekä iltahjelma) kiertoajoilla toimivat yhteenkytkentäohjelmat. 100 sekunnin ohjelma on sama sekä aamu- että iltai-kaan. Taulukossa 6 on esitettyä, mitä ohjaustapaa käytetään eri ajankohtina.

Taulukko 6. Liikennevalojen ohjaus eri kellonaikoina (EO=erillisohjaus)

Arkipäivät (ma-pe)			Lauantai			Sunnuntai		
Kellonaika	Ohj.	Kierto-aika	Kellonaika	Ohj.	Kierto-aika	Kellonaika	Ohj.	Kierto-aika
6.30–7.30	3	75s	pe 21.30-la 7.30	10	EO	su 7.30 - 20.00	1	60s
7.30–10.15	7	100s	7.30–9.00	1	60s	su 20.00-ma 6.30	10	EO
10.15–15.00	4	85s	9.00–11.00	3	75s			
15.00–18.45	7	100s	11.00–17.00	4	85s			
18.45–21.30	2	75s	17.00–18.30	3	75s			
21.30–6.30	10	EO	18.30–20.00	1	60s			
			20.00-su 7.30	10	EO			

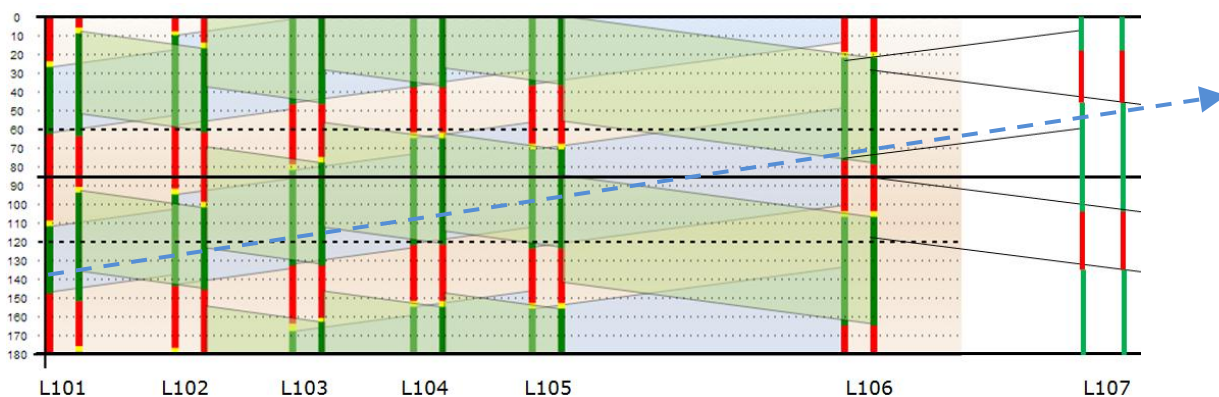
Kuvassa 14 on esitettyä Mannerheiminkadun 100 sekunnin ohjelman yhteenkytkentäkaavio. Kaaviossa vihreät viivat tarkoittavat pääsuunnan vihreää valoa ja punaiset viivat sivusuuntien vihreää (joka tarkoittaa myös pääsuunnan punaista) valoa. Kaavio on kuvakaappaus Omnia-etäyhteys- ja valvontajärjestelmästä saadusta aaltokuvasta, johon on myöhemmin lisätty liittymän L107 ajoitus. Koska 100 sekunnin ohjelmaa käytetään sekä aamu- että iltaruuhkan aikaan, jolloin liikennemäärät ovat molemmissa pääsuunnissa suunnilleen yhtä voimakkait, ei yhteenkytkennässä voi toisen pääsuunnan kustannuksella täysin suosia toista suuntaa. Tästä johtuen kumpaankaan suuntaan ei pysty toteuttamaan todellista vihreää aaltoa.



Kuva 14. 100s yhteenkytkentäohjelma

Kuva 15 on 85 sekunnin ohjelman yhteenkytkentäkaavio, joka on käytössä arkisin kello 11.00 – 17.00. Yhteenkytkennässä on suosittu itään kulkevaa suuntaa, koska sen liikennemäärät ovat voimakkaammat kuin länteen päin kulkevat. Itään päin ajetaan myös

lievään ylämäkeen. Yhteenkytkentäkaaviosta näkee, että liittymästä L101 liikkeelle lähteneet ajoneuvot pääsevät vielä liittymän L106 läpi pysähtymättä kertaakaan, ja osa pääsee vielä liittymän L107:nkin läpi. Sinisellä katkoviivalla on havainnollistettu yksittäisen auton ajaminen kaikkien liittymien läpi pysähtymättä, mikäli ajoneuvo pääsee ajamaan mitoitussnopeutta. Tämä edellyttää sitä, että liittymät eivät ole ylikuormittuneessa tilassa, jolloin liittymien jonot ehtivät purkautua vihreän valon aikana (1, s. 159).

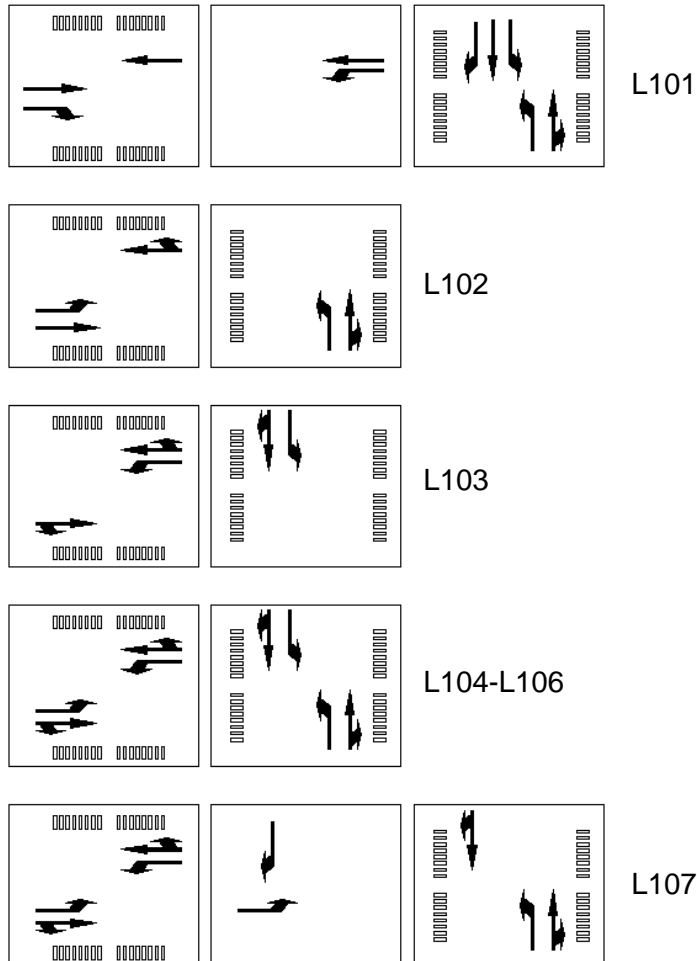


Kuva 15. 85s yhteenkytkentäohjelma

5.2.2 Opastin- ja ilmaisinjärjestelyt

Liittymissä pää- ja sivusuuntien liikenne on ohjattu pääasiallisesti pallo-opastimilla, ja valo-ohjaus on kaksivaiheinen. Tästä poikkeuksena liittymässä L101 pääsuunnalla itään päin ajavilla on kolmiaukkoinen nuoliopastin vasemmalle, jolla taataan vasemmalle kääntyville turvallinen vaihe ajaa risteyksen läpi. Toinen poikkeus on liittymässä L107, jossa pääsuunnalta länteen ajavilla on vasemmalle kääntyessä yksiaukkoinen lisäopastin ja pohjoisesta oikealle kääntyvillä kaksiaukkoinen lisäopastin. Vaikka suoja- teille onkin asetettu painonappeja, ovat ne kuitenkin asetettu kiinteälle pyynnölle, jolloin jokainen suojatie saa vihreän valon omassa vaiheessaan. Kaistajärjestelyt ovat hyvin samantyyppiset joka liittymässä, pääsuunnalla oikealle kääntyvät ja suoraan ajavat ovat yhteisellä kaistalla ja vasemmalle kääntyvillä on oma, noin 40 metriä pitkä kääntymiskaista. Sivusuuntien liikenne ohjataan pääsääntöisesti yhdeltä kaistalta, joka on kuitenkin niin leveä, että siihen pystyy ryhmittäytymään kaksi autoa rinnakkain. Näistä järjestelyistä poikkeuksena on liittymässä L101 idästä saapuvilla ajoneuvoilla oma kaista oikealle kääntyville, sillä oikealle kääntyvien määrä on merkittävä kuten kappaleen 6.3 liikennemäärälaskennoista voi todeta. Samassa liittymässä myös pohjoisesta tulevat sivusuunnan ajoneuvot pystyvät ryhmittäytymään kolme ajoneuvoa rinnakkain, tällä

ei tosin ole kovinkaan suurta merkitystä liikenteen sujuvuuteen. Liittymässä L107 pohjoisesta saapuvilla ajoneuvoilla on vasemmalle kääntyminen kielletty, ja oikealle sekä suoraan meneville on omat kaistat. Kuvassa 16 on liittymäkohtaiset vaihekaaviot, jotka Mannerheiminkadun valo-ohjauksessa ovat käytössä 85 ja 100 sekunnin kiertoajan ohjelmissa.

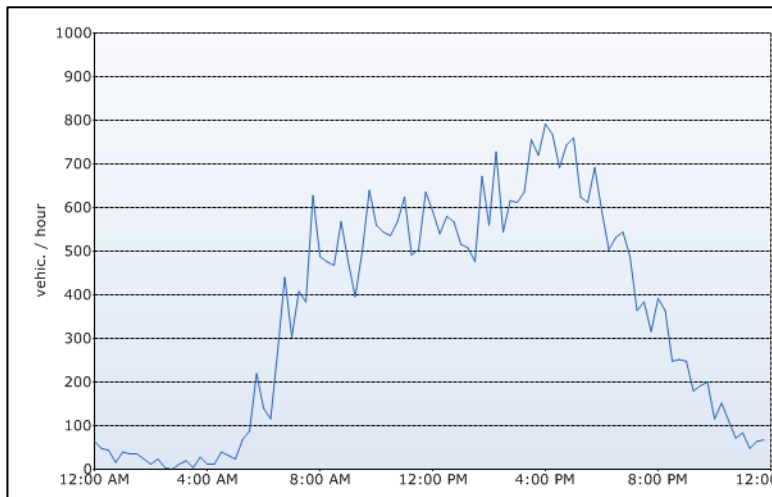


Kuva 16. Liittymien vaihekaaviot

Ajoneuvoilmaisimina Mannerheiminkadulla käytetään vain silmukkailmaisimia. Ilmaisinjärjestelyt ovat joka liittymässä lähes samankaltaiset, sivusuunnille ja pääsuunnan vasemmalle kääntyville on läsnäoloilmaisimet, ja pääsuunnalla on yksi kulkuilmaisimien jokaiselle ryhmälle. Mannerheiminkadun ilmaisinjärjestelyt mahdollistavat liikenteen ohjaamisen liikenneohjatusti, mutta valo-ohjauksesta olisi mahdollisuus tehdä joustavampaa monipuolisemmilla ilmaisinjärjestelyillä.

5.3 Liikennemäärät

Liikennemääriä kerättiin Omnia-käyttö- ja valvontajärjestelmän kautta sekä paikan päällä laskentoja suorittamalla. Omnia-käyttö- ja valvontajärjestelmästä kerrotaan tarkemmin luvussa 5.3.1. Odotetusti arkipäivien liikenne oli vilkkaampaa kuin viikonloppuisin. Arkisin liikennemäärät alkavat kasvaa huomattavasti noin kello 7.30, jonka jälkeen liikennemäärät pysyvät melko tasaisina noin kello 15.00 asti. Tämän jälkeen tulee vielä selkeä iltapäivän ruuhka, jolloin liikennemäärät kasvavat pääsuunnalla noin 150 ajoneuvolla / tunti. Kuvassa 17 on esitettyä Omnia-järjestelmän kautta hankittua liikennemäärätietoa torstailta 25.4.2013. Liikennemäärätieto on saatu Mannerheiminkadulla länteen päin ajavien ajoneuvojen kulkuilmamiselta liittymien L101 ja L102 väliltä. Kuvaajan välittämä liikennemäärätieto havainnollistaa hyvin koko Mannerheiminkadun liikennemäärien vaihtelua eri ajankohtina, tosin sivusuuntien liikennemäärät lähtevät yleisesti ottaen nousemaan hieman myöhempänä ajankohtana kuin pääsuunnalla.



























Kuva 17. Mannerheiminkadun pääsuunnan liikennemäärätietoa Omnia-käyttö- ja valvontayhteydestä esitettyä muodossa ajoneuvoa/h.













Taulukossa 7 on esitettyä nykytilanteen tarkastelussa käytetyt liikennemäärät eri tilanteissa. Eri liikennetilanteissa (aamu, päivä ja ilta) etsittiin ruuhkaisin vartti, ja sen liikennemäärä kerrottiin neljällä, jotta liikennemäärät saatiin muotoon ajoneuvoa / tunti. Liikennemäärät ovat tällä tavalla laskettuna hieman todellisuutta korkeammat, mutta oletettavasti Mannerheiminkadun liikennemäärät kasvavat tulevaisuudessa, joten tällä tavalla vaikutuksia pystytään tarkastelemaan myös tulevaisuutta silmällä pitäen. Ruuhkaisimmat vartit olivat aamulla kello 7.45–8.00, päivällä kello 14.15–14.30 ja illalla 16.15–16.30. Taulukossa olevien liikennemäärien käyttäminen on tarkemmin perusteltu

luvuissa 6.3.1 ja 6.3.2. Suuntien lyhenteinä on käytetty Synchron käyttämiä lyhenteitä, jotka kuvaavat ilmansuuntaa, johon ajoneuvo on menossa. Vapaasti suomennettuna esimerkiksi EBL (*EastBound Left*) tarkoittaa itään vasemmalle, ja NBT (*NorthBound Through*) pohjoiseen suoraan.

Taulukko 7. Liikennemäärät nykytilanteessa

AAMURUUHKA - LIIKENNEMÄÄRÄT (ajon / h)												
												
Liittymä	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
L101	-	680	160	30	615	20	30	20	30	15	55	45
L102	80	645	-	-	565	35	100	60	120	-	-	-
L103	-	695	70	80	570	20	-	-	-	20	40	30
L104	80	615	20	25	560	30	75	10	30	20	10	35
L105	70	525	70	60	550	60	40	20	40	40	15	25
L106	40	525	40	40	610	30	20	55	25	30	70	40
L107	100	450	30	30	305	30	115	115	30	-	90	260

PÄIVÄLIIKENNE - LIIKENNEMÄÄRÄT (ajon / h)												
												
Liittymä	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
L101	-	745	200	90	535	70	30	20	30	15	60	50
L102	110	680	-	-	585	35	110	70	140	-	-	-
L103	-	740	80	80	590	20	-	-	-	20	40	30
L104	60	680	20	20	560	30	100	20	40	20	10	30
L105	60	620	60	50	545	50	40	20	40	40	15	25
L106	40	620	40	20	580	20	30	60	40	25	70	35
L107	90	555	40	30	310	30	100	100	10	-	70	210

ILTARUUHKA - LIIKENNEMÄÄRÄT (ajon / h)												
												
Liittymä	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
L101	-	795	300	130	600	60	60	30	60	15	65	75
L102	110	760	-	-	660	40	130	70	150	-	-	-
L103	-	810	100	70	675	20	-	-	-	15	30	25
L104	90	705	30	30	640	30	80	20	40	20	15	45
L105	75	620	70	60	620	90	50	30	40	45	20	30
L106	50	605	50	40	710	30	20	45	35	30	80	40
L107	80	520	70	40	400	40	120	120	30	-	90	260

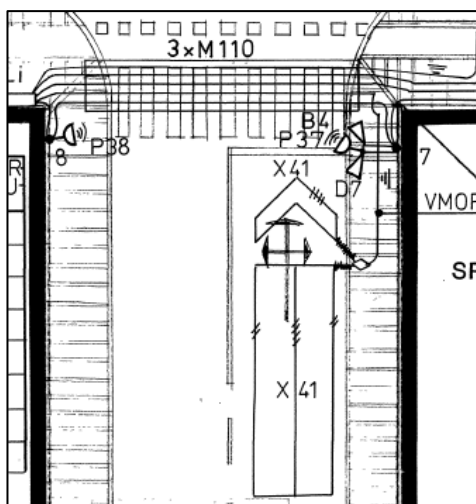
PÄÄSUUNNAT

5.3.1 Omnia-käyttö- ja valvontajärjestelmä

Mannerheiminkadun liikennevalo-ohjaus on liitetty Omnia-käyttö- ja valvontajärjestelmään, jonka kautta liikennevalojen, liikennevalokojien sekä ilmaisimien toiminnasta on mahdollista saada informaatiota tietokoneelta käsin järjestelmän kautta. Sillä pystyy joko nauhoittamaan tai reaaliaikaisesti seuraamaan liikennevalojen toimintaa, sekä tarkkailemaan ilmaisimista saadun tiedon perusteella liikennemääriä eri ajankohtina. Yhteyden pystyy muodostamaan tietokoneen internet-selaimella. Yhteyden kautta pystyy tulostamaan liikennemääriä taulukoina ja kuvaajina Microsoft Excelliin, joka oli ensimmäinen vaihe opinnäytetyön esimerkkikohteen parissa työskennellessä. Liikennemääriä kerättiin torstailta 25.4.2013, paitsi liittymässä L106 keskiviikolta 24.4.2013, koska yhteys- tai ilmaisinvian tai muun häiriön takia torstailta ei ollut liikennemäärätietoa saatavilla. Kun tämä huomattiin, oli kuitenkin lähes kaikkien liittymien liikennemäärätietoa jo käsitelty runsaasti, joten liikennemäärätiedon käsittelyä ei aloitettu sen takia alusta. Liikennemäärät olivat kuitenkin Omnia-yhteyden kautta tarkasteltuna lähes samoja arkipäivisin maanantaista torstaihin.

5.3.2 Laskenta paikan päällä

Omnia-yhteyden kautta saatu liikennemäärätieto kulkuilmaisimilta oli luotettavaa, mutta sivusuuntien liikenteen sekä pääsuunnan kääntyvän liikenteen tarkempien liikennemäärien selvittämiseksi käytiin Porvoossa paikan päällä suorittamassa liikennelaskentaa aamulla tiistaina 14.5.2013. Läsäoloilmaisimista saatavasta liikennemäärätiedosta Omnia-yhteyden kautta ongelmaksi muodostui ilmaisimien koko, sillä lähes kaikki sivusuuntien läsnäoloilmaisimet ovat niin suuria, että niiden päällä voi mahdollisesti olla kerralla jopa neljä autoa, mutta ilmaisimien saattaa laskea tämän vain yhdeksi autoksi. Ilmaisimelta saatavasta tiedosta ei myöskään voinut päätellä, kääntyykö ajoneuvo vasemmalle vai oikealle, vai jatkaako se risteyksestä suoraan. Käsin laskennasta saatuja tuloksia verrattiin Omnia-yhteyden kautta saatuihin tuloksiin samalta ajankohdalta, ja havaittiin, että ilmaisimesta riippuen todellinen liikennemäärä saattoi olla 1,10 – 3,35-kertainen verrattuna ilmaisintiedosta saatuun tulokseen.



Kuva 18. Sivusuunnan läsnäoloilmaisimien liittymän L104 asemapiirustuksessa

6 Nykytilanneanalyysi

6.1 Ohjelmisto

Nykytilanteen sekä parantavien toimenpiteiden vertailuun käytetään yhdysvaltalaisen Trafficwaren Synchro- sekä SimTraffic-liikennesuunnitteluohjelmistoja. Ohjelmistot ovat tarkoitettu pääasiassa valo-ohjattujen liittymien toimivuustarkasteluihin (16, s. 37). Synchrolla ja SimTrafficilla on mahdollisuus tehdä tarkasteluja myös valo-ohjaamattomista liittymistä sekä kierto liittymistä. Synchro ja SimTrafficin palvelutasoluokat ovat samoja kuin Highway Capacity Manualissa, joten palvelutasoluokitukset on tarkastettu vastaamaan LIVASU:n Suomessa käyttämiä luokituksia.

6.1.1 Synchro

Synchrolla luodaan tarkastelun kohteena oleva liikenneverkko tietokoneella. Tiedot annetaan muun muassa tieosuuksista, liittymä- ja kaistajärjestelyistä, liikennemääristä, ajoneuvojen nopeuksista ja valo-ohjauksesta. Liikenneverkon pohjalle on mahdollista tuoda pohjakartta monessa erilaisessa muodossa. Muun muassa AutoCAD-suunnitteluohjelmasta saatavan DFX-tiedoston voi tuoda Synchroon, jolloin kohde on automaattisesti oikeassa koordinaatistossa. Synchroon antamat tulokset perustuvat matemaattisiin laskelmiin, joten tässä opinnäytetyössä kuormitusastetta lukuun ottamatta liikenteen toimivuuden mittareita on tarkasteltu SimTrafficilla.

6.1.2 SimTraffic

SimTraffic on ohjelma, jolla Synchronolla rakennettu liikenneverkko ”herätetään henkiin”. SimTraffic näyttää animaationa, kuinka liikenne toimii Synchronolla rakennetulla verkolla. Tällä tavoin tulokset ovat luotettavampia kuin Synchronossa, koska tulokset perustuvat kokonaisen liikenneverkon simulointiin yksittäisillä ajoneuvoilla, eikä pelkästään lukuarvoihin ja matemaattisiin kaavoihin. Tällaista mallinnusta kutsutaan mikrosimuloinniksi. SimTraffic ottaa huomioon myös muiden lähellä olevien liittymien toiminnan ja niiden aiheuttamat häiriöt liikenteessä. (16, s. 37). Tässä opinnäytetyössä viivytysten, pysähtymään joutuvien osuuden sekä jonopituuksien tulokset on saatu SimTrafficista.

6.2 Tulokset

Koska liikennemäärät ovat selkeästi korkeimmat arkisin aamu-, päivä- sekä iltaohjelmien aikana, ovat ne tarkastelun kohteena nykytilanneanalyysissä. Vertailut liikenteen sujuvuuden parantamiseksi on suoritettu luvussa 7. Tuloksia tarkastellessa on huomioitava, että Mannerheiminkatu on kohteensa sellainen, että se sijaitsee keskusta-alueella, joten keskimääräisten viivytysten painoarvo on korkeampi kuin pysähtymään joutuvien osuuden (1, s. 84). Taulukoissa 1 ja 2 esitetyjen LIVASU:n esittämien kriteerien pohjalta on tehty taulukko 8, jonka pohjalta liittymien toimivuutta on arvioitu.

Taulukko 8. Toimivuuden ja palvelutason raja-arvot LIVASU:n mukaisesti

Palvelutaso	Toimivuus	Ruuhkautuminen	Kuormitusaste	Keskimääräinen viivytys (s / ajon)
A				< 5,0
B	Hyvä	Ei ruuhkia	< 0,85	5,1...15
C				15,1...25
D	Tyydyttävä	Satunnaisia ruuhkia	0,85...0,95	25,1...40
E	Välttävä	Lyhytaikaisia ruuhkia ja jonoja	0,95..1,05	40,1...60
F	Huono	Pitkäaikaisia ruuhkia ja jonoja	> 1,05	> 60

6.2.1 Aamun huipputunti

Viivytysten osalta aamuruuhkan yhteenkytkentä toimii pääsuunnalla SimTrafficilla simuloidessa kohtuullisen hyvin varsinkin itään päin ajettaessa. Yhteenkytkennän al-

kuosia lukuun ottamatta ainoastaan liittymien L106 ja L105 välissä länteen päin ajettaessa keskimääräinen viivytys on yli 20s. Suurimmat viivytykset (35 s – 55 s) ovat yhteenkytkennän alkupäissä, joka on tyypillistä yhteenkytketyissä liikennevalo-ohjelmissa. Liittymät L101 ja L107 ovatkin aamuruuhkassa ainoat, joiden palvelutasona on D. Syy tähän on osittain siinä, että liikenne ei tule ”aallossa” yhteenkytkennän ensimmäiseen liittymään, vaan liikenne tulee tasaisesti. Tämän seurauksena käytännössä katsoen jokainen ajoneuvo joutuu odottamaan ennen liittymästä läpi pääsemistä. Tämän lisäksi varsinkin lännestä yhteenkytkentään saapuva liikennemäärä on melko voimakas. Viivytykset ovat kaikilla sivusuunnilla 20 – 55 sekunnin välillä ja osalla pääsuunnan vasemmalle kääntyvillä kaistoilla 20 – 80 s, mutta tämä on varsinkin sivusuuntien liikenteelle väistämätöntä 100 sekunnin yhteenkytkentäohjelmassa, kun pääsuunnalle näytetään yhtäjaksoisesti liittymästä riippuen noin 55 sekuntia vihreää valoa. Taulukossa 9 on esitettyä liittymien toimintaa tarkemmin, ja näin on saatu liittymille palvelutasoluokitukset taulukon 7 mukaisesti.

Taulukko 9. Aamuruuhkan tunnuslukuja

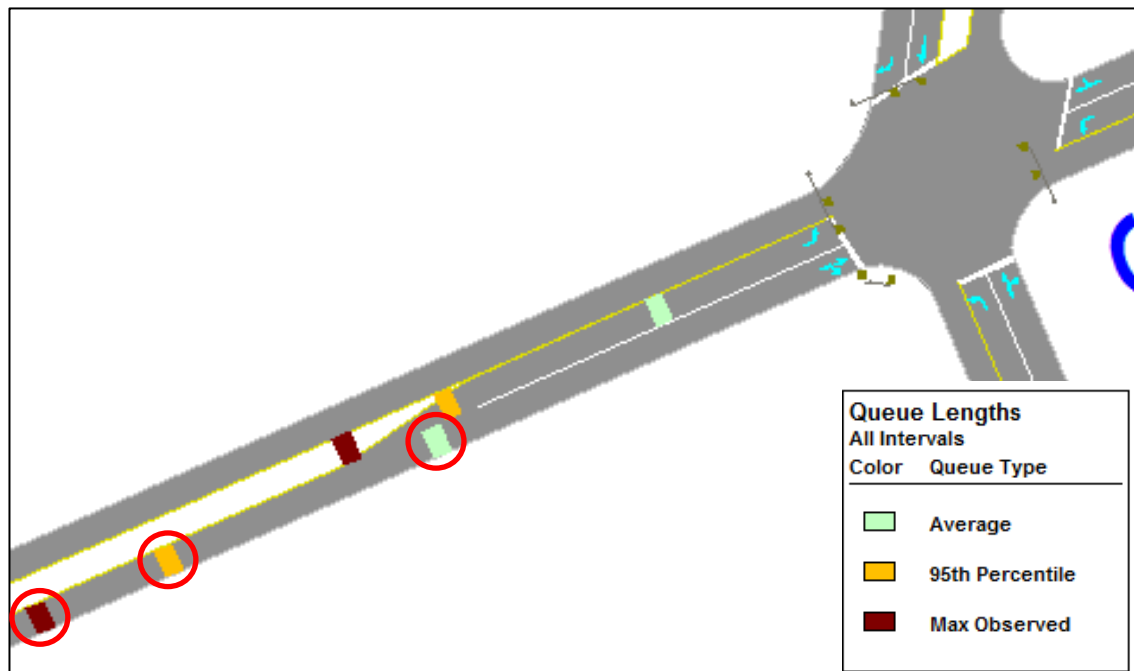
Liittymä	Viivytykset (s)		Kuormitusaste	Palvelutaso	
	Liittymä	Huonoin tulosuunta		Liittymä	Huonoin tulosuunta
L101	28,9	50,0	0,83	D	E
L102	20,2	46,4	0,78	C	E
L103	9,8	43,3	0,77	B	E
L104	14,1	58,0	0,63	B	E
L105	20,1	42,0	0,75	C	E
L106	16,6	51,9	0,56	C	E
L107	31,2	74,3	0,57	D	F
Koko verkon keskimääräinen viivytys: 77,2s					

Kuormitusasteiden perusteella liittymien toiminta pitäisi olla yleisesti ottaen hyvää, mutta viivytyksiä ja jonopituuksia tarkastellessa huomaa, että monen lähekkäin olevan raskaasti kuormitetun risteyksen toiminta haittaa liikenteen sujuvuutta. Yhteenkytkennän alkupäissä tarkastelujakson pisimmät jonopituudet kasvoivat lännessä noin 220 metriin ja idässä noin 90 metriin. Keskimääräinen jonopituus pysyi kuitenkin lännessä noin 120 metrin ja idässä noin 50 metrin pituisena, joten hetkellinen merkittävä jonopituuden kasvu purkautuu kuitenkin kohtalaisen hyvin. Molemmissa suunnissa on myös jonotusta runsaasti, joten jonot eivät vaikeuta liikenteen toimintaa yhteenkytkennän ulkopuolella. Vasemmalle kääntyvien kaistoille ryhmittäytymisessä on ajoittain jonoutumisesta aiheutuvia ongelmia, sillä pääsuunnan jonopituudet yltyvät usein vasemmalle kääntyvien kaistan alun etupuolelle estäen kääntymiskaistalle ryhmittäytymisen. Tämä lisää

viivytyksiä pääsuunnan vasemmalle kääntyville ajoneuvoille. Kuvassa 19 on esitettyinä jonopituudet liittymän L107 itään menevälle pääsuunnalle. SimTraffic kuvaa kolme erilaista jonoutumistilannetta:

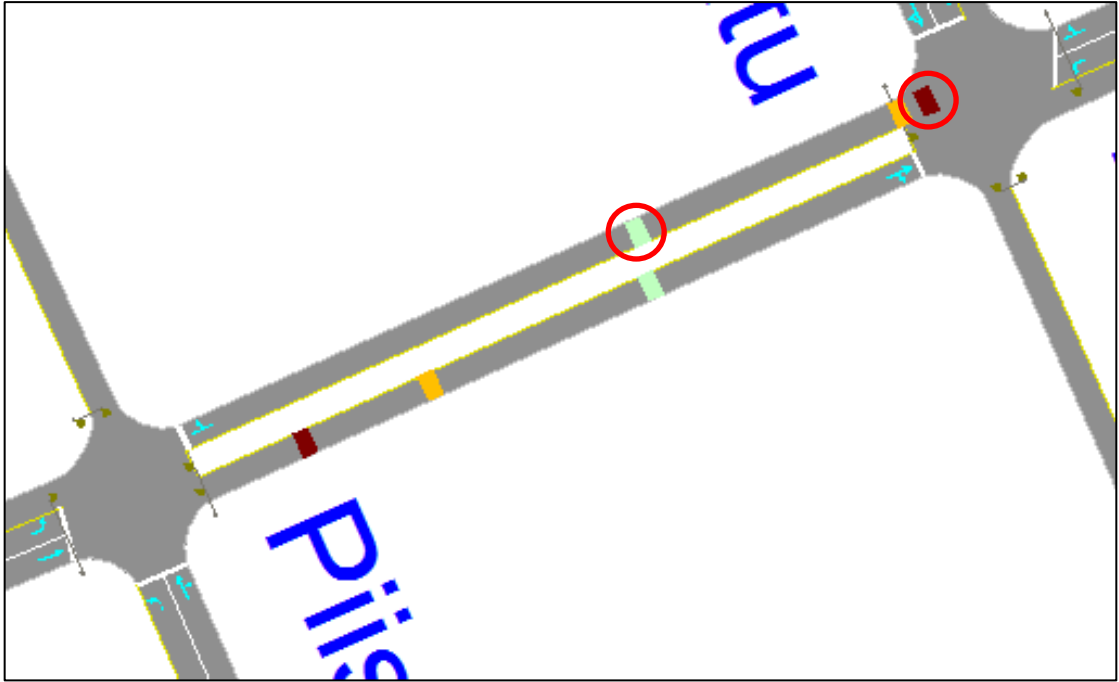
- Keskimääräisen jonon pituus (vaaleanvihreä merkki), jonka SimTraffic määrittelee kahden minuutin tarkastelujaksojen maksimijonon pituuden keskiarvosta
- 95-prosenttinen jonopituus (oranssi merkki), joka kuvaa sitä kohtaa, jonka yli kyseinen jono ei ylety kuin viisi prosenttia ajasta
- Maksimijonopituus (tummanpunainen merkki), joka kuvastaa tarkastelujakson aikana havaittua pisintä jonoa.

95-prosenttinen jonopituuden määrittely perustuu tilastollisiin laskelmiin, joten joissain tilanteissa se saattaa ylittää havaitun maksimijonopituuden (17, s. 447–448).



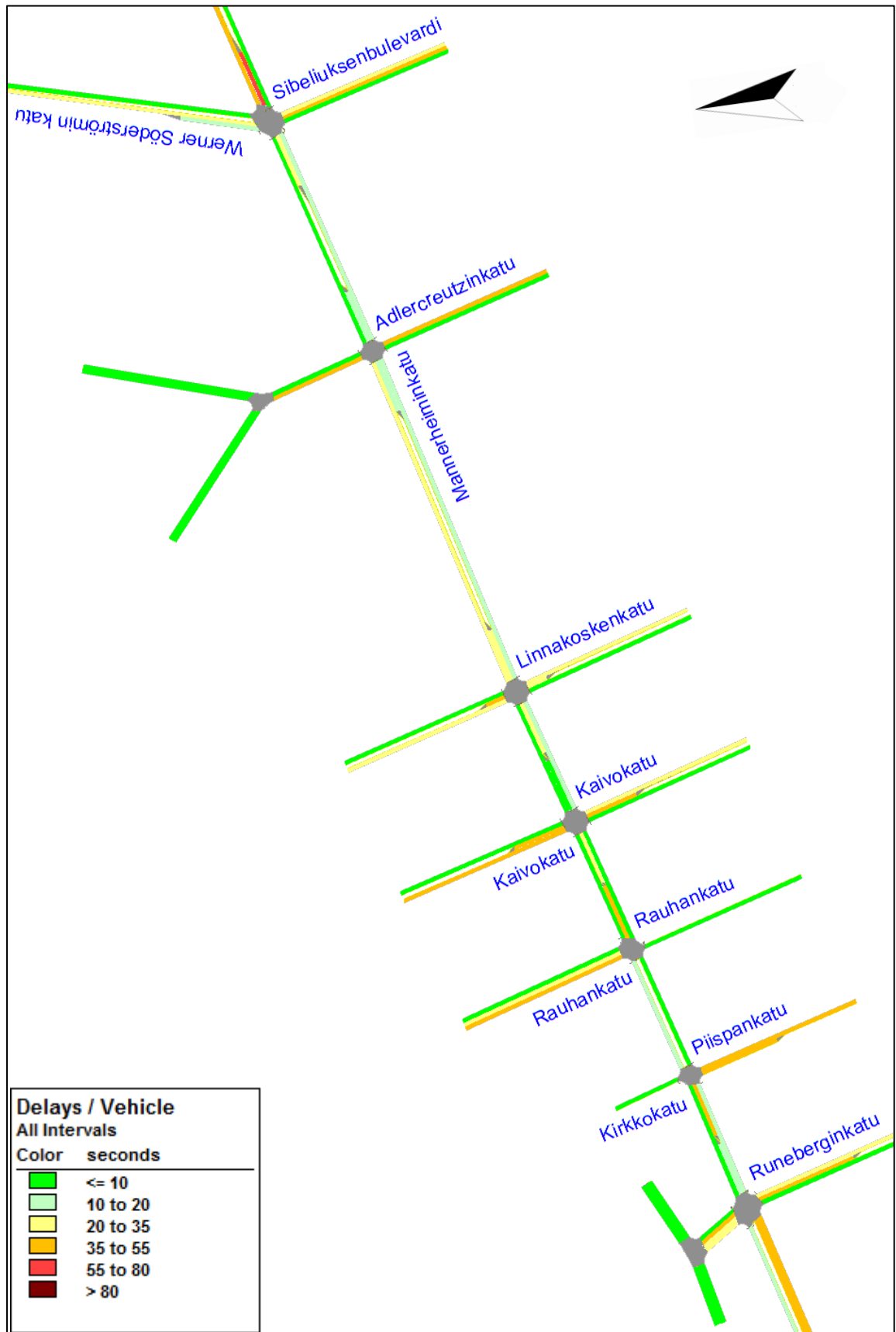
Kuva 19. Liittymässä L107 suoraan menevä ajoneuvoliikenne estää vasemmalle kääntyvien kaistalle ryhmittymisen lähes jatkuvasti

Joidenkin liittymien maksimijonot ylsivät myös edellisiin liittymiin asti, mutta tästä ei tarkasteluissa osoittautunut suurempia ongelmia, sillä maksimijonopituudet purkaantuivat kohtalaisen nopeasti ja ovat selvästi pidempiä kuin keskimääräinen jonopituus. Kuvassa 20 on kuvakaappaus SimTrafficilla simuloituista jonopituuksista liittymien L102 ja L103 välillä.

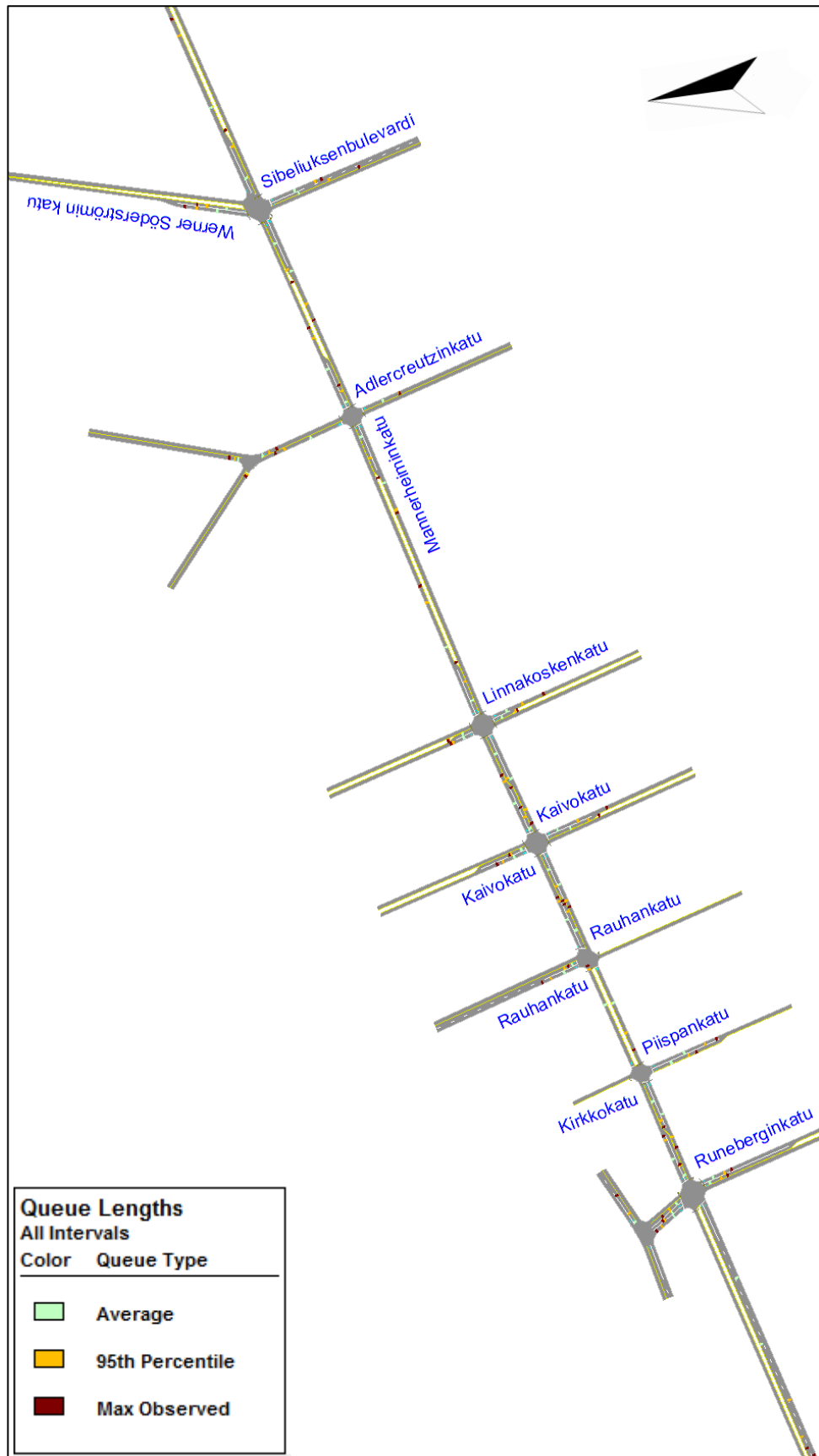


Kuva 20. Liittymän L102 itään menevä liikennevirta jonoutuu pahimmillaan liittymän L103 risteysalueelle asti, mutta keskimääräinen jonopituus on selvästi lyhyempi.

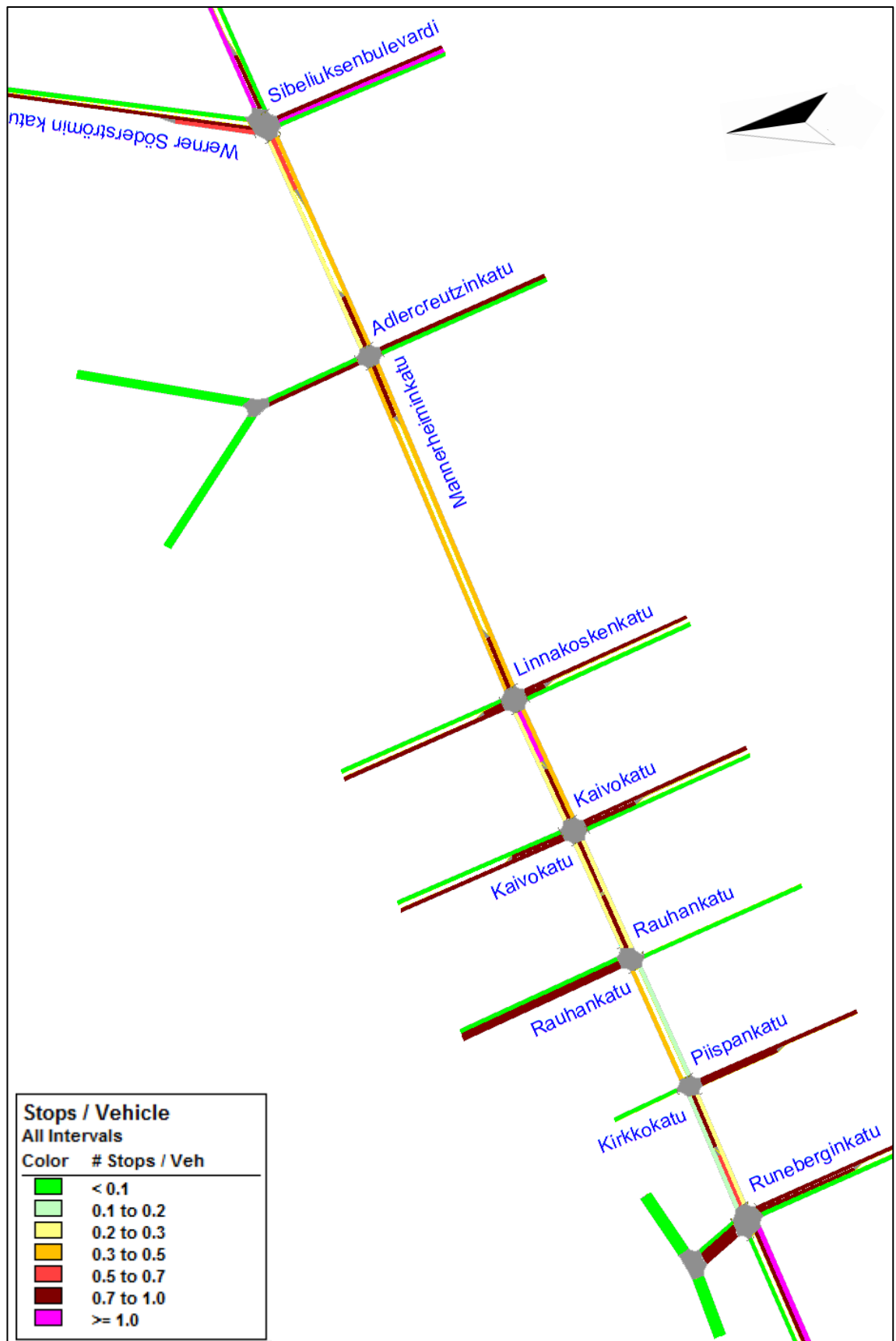
Pysähtymään joutuvien osuudet ovat hyvin samassa linjassa viivytyksien kanssa. Suuret viivytykset aiheuttavat myös sen, että useampi ajoneuvo joutuu pysähtymään, joten suurin osa sivusuunnan liikenteestä sekä pääsuunnalla vasemmalle kääntyvistä ajoneuvoista joutuu pysähtymään. Pääsuunnalla suurimmat pysähtymään joutuvien määrät ovat yhteenkytkennän alkupäissä sekä liittymien L105 ja L107 välillä. Kuvissa 21–23 on SimTrafficilla tehdystä tarkastelusta saatuja graafisia tuloksia liikenteen sujuvuudesta. Tarkemmat viivytykset, pysähtyvien osuudet ja jonopituudet on esitettyä SimTrafficista tulostetusta raportista liitteessä 1.



Kuva 21. Viivytykset SimTrafficissa aamuruuhkan aikana

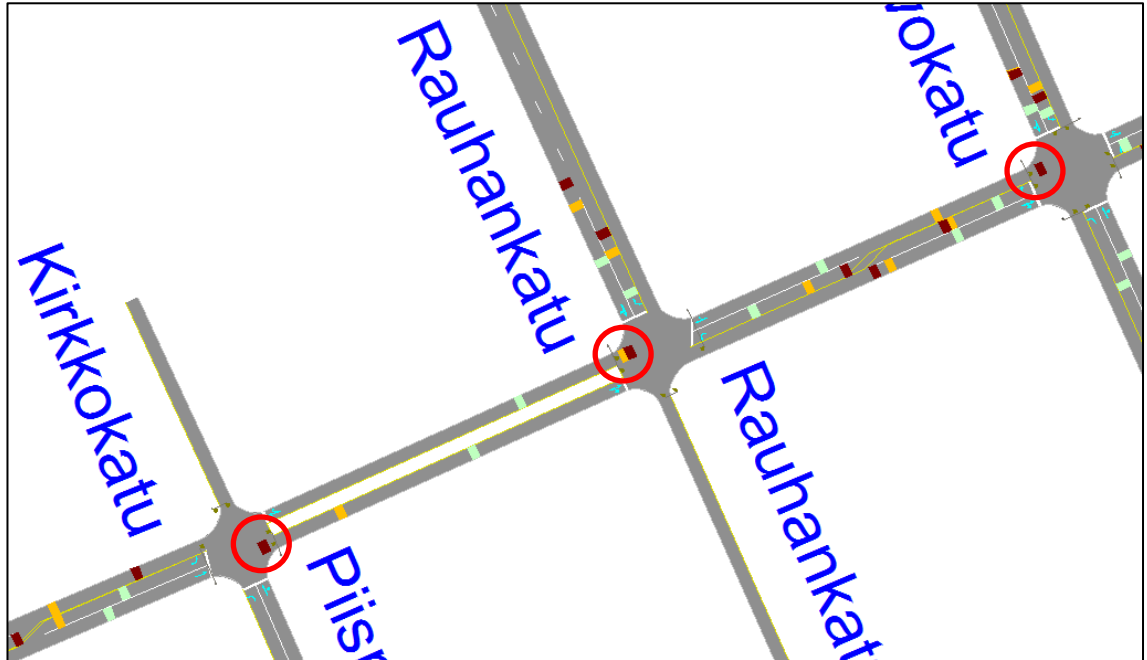


Kuva 22. Jonoutuminen SimTrafficissa aamuruuhkan aikana



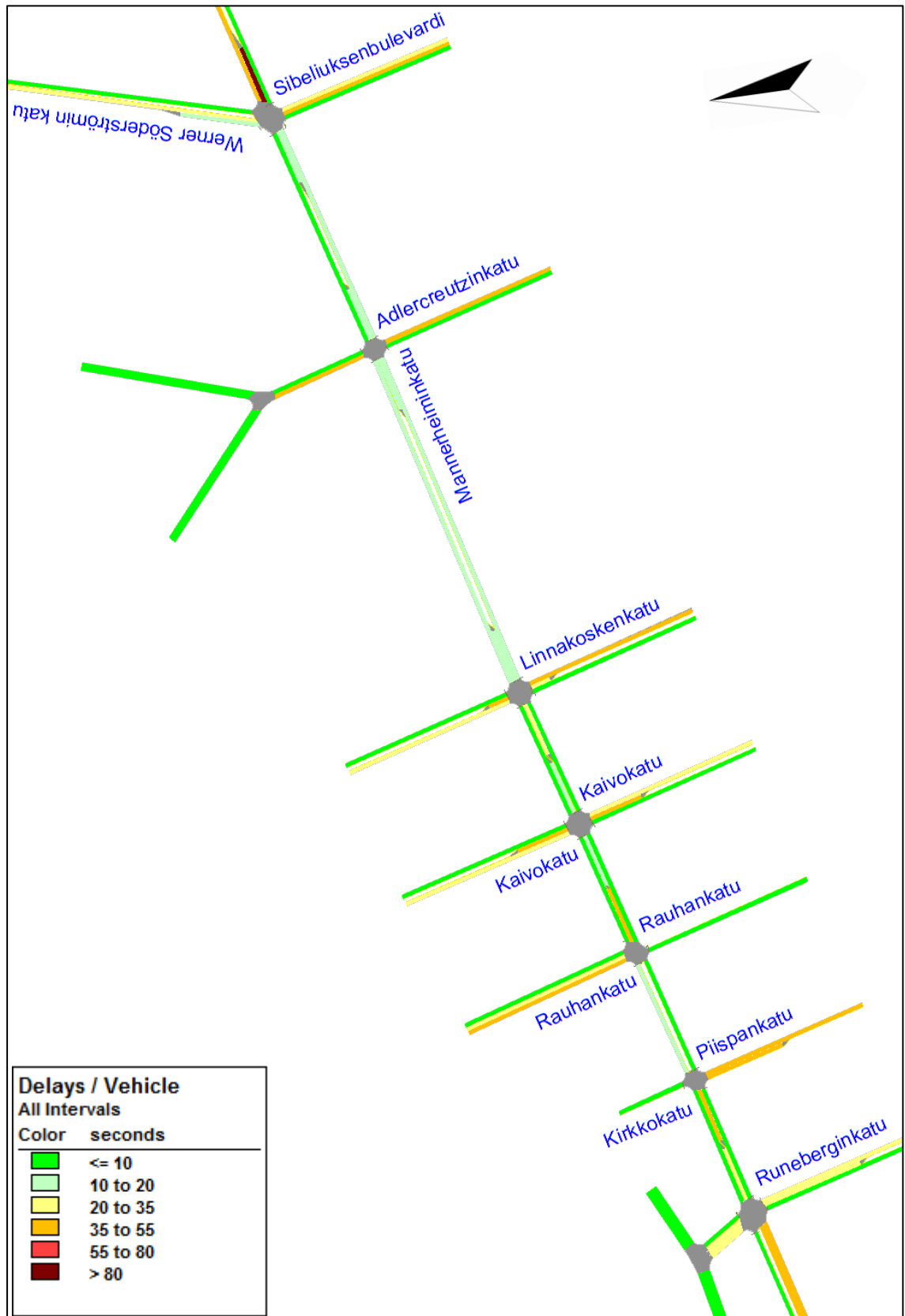
Kuva 23. Pysähtymään joutuvien osuus Simtrafficissa aamuruuhkan aikana

ovat korkeammat kuin aamuruuhkan aikaan. Osasyynä tähän on aamu- ja iltaruuhkaa lyhyempi kiertoaika, jonka ansiosta sivusuuntien liikenteelle ei näytetä niin pitkää aikaa punaista valoa yhtäjaksoisesti. Vain liittymässä L102 sivusuunnan keskimääräinen jonopituus nousee lähes 50 metriin.

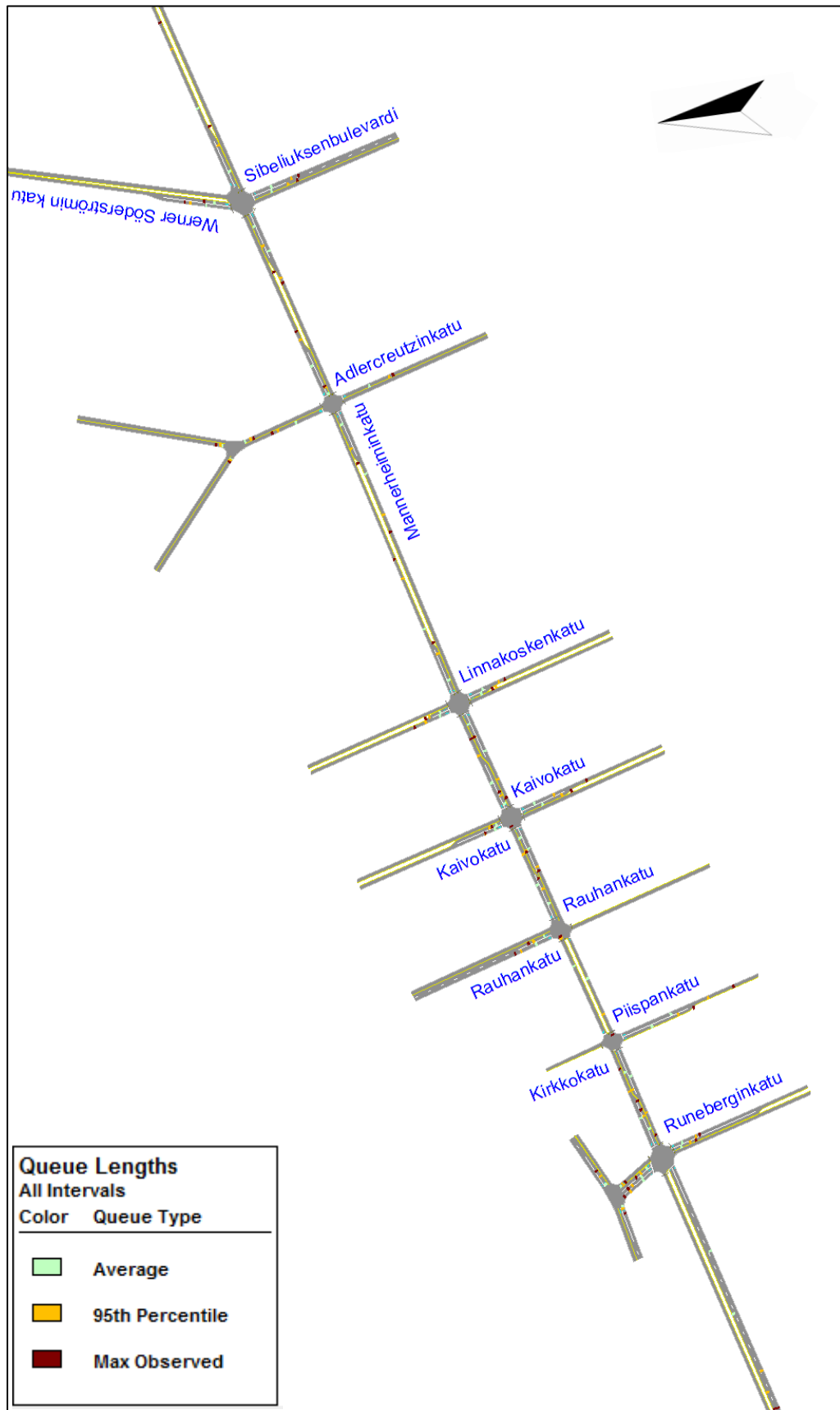


Kuva 24. Jonoutumista päiväliikenteen aikaan liittymien L102-L104 välillä

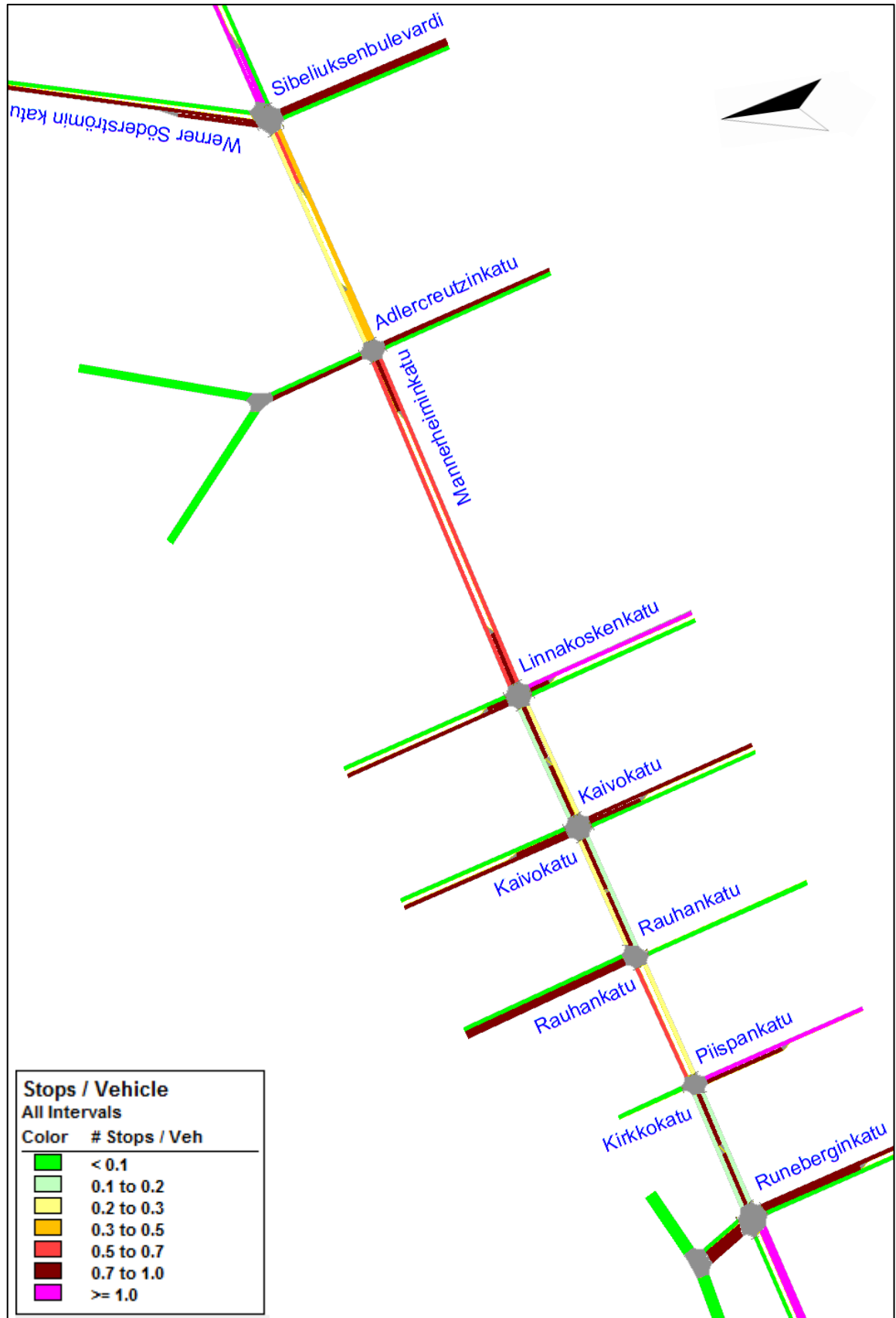
Vaikka kuvan 15 yhteenkytkentäkaaviossa näyttääkin siltä, että itään päin ajettaessa lähes kaikkien liittymien läpi pääsisi pysähtymättä, ei näin kuitenkaan todellisuudessa tapahdu. 85 sekunnin ohjelmassa on mitoitussnopeutena käytetty liittymävälillä riippuen noin 40 kilometriä tunnissa, mikä ei kuitenkaan ole ajoneuvojen todellinen nopeus ruuhkatilanteessa, sillä kaikki jonoutuneet autot eivät aina pääse liittymien läpi vihreän valon aikana. Myös oikealle kääntyvät ajoneuvot hidastavat samalla kaistalla suoraan jatkavien ajoneuvojen nopeutta. Sivusuunnilla ja pääsuunnan vasemmalle kääntyvillä kaistoilla lähes jokainen ajoneuvo joutuu pysähtymään ennen liittymän läpi ajamista. Kuvissa 25–27 on SimTrafficilla tehdystä tarkastelusta saatuja graafisia tuloksia liikenteen sujuvuudesta. Tarkemmat viivytykset, pysähtyvien osuudet ja jonopituudet on esitetty SimTrafficista tulostetusta raportista liitteessä 2.



Kuva 25. Viivytykset SimTrafficissa päiviikenteen aikana



Kuva 26. Jonoutuminen SimTrafficissa päiväliikenteen aikana



Kuva 27. Pysähtymään joutuvien osuus SimTrafficissa päivällikenteen aikana

6.2.3 Illan huipputunti

Taulukossa 11 on havainnollistettu, että iltaruuhkan aikana Mannerheiminkadun toimivuus on heikompaa kuin aamu- ja päiväruuhkien aikana. Liittymäkohtaisten palvelutasojen mukaan vain liittymä L103 saa palvelutasoksi B muiden ollessa C:n ja F:n välillä. Viivytyksien mukaiset palvelutasot ovat kaikista tilanteista huonoimmat, samoin kuin kuormitusasteet. Viivytyksiä tulee yhteenkytkennän alkuja lukuun ottamatta eniten liittymien L105 ja L106 välillä, mutta koska vihreän aallon onnistuminen seitsemän liittymän läpi molempiin suuntiin on käytännössä katsoen mahdotonta, on siinä paras paikka seisottaa autoja pitkän liittymävälillä vuoksi. Tällöin liittymien välille kertyvä jono ei yllä yhtä helposti edelliseen liittymään ja hankaloita tämän toimivuutta. Liittymissä L103, L106 ja L107 sivusuuntien keskimääräiset viivytykset ovat suurimmillaan asettuneen 55 ja 80 sekunnin välille. Koko verkon keskimääräiset viivytykset ovat yli kaksi kertaa korkeammat kuin aamu- ja päiväruuhkassa.

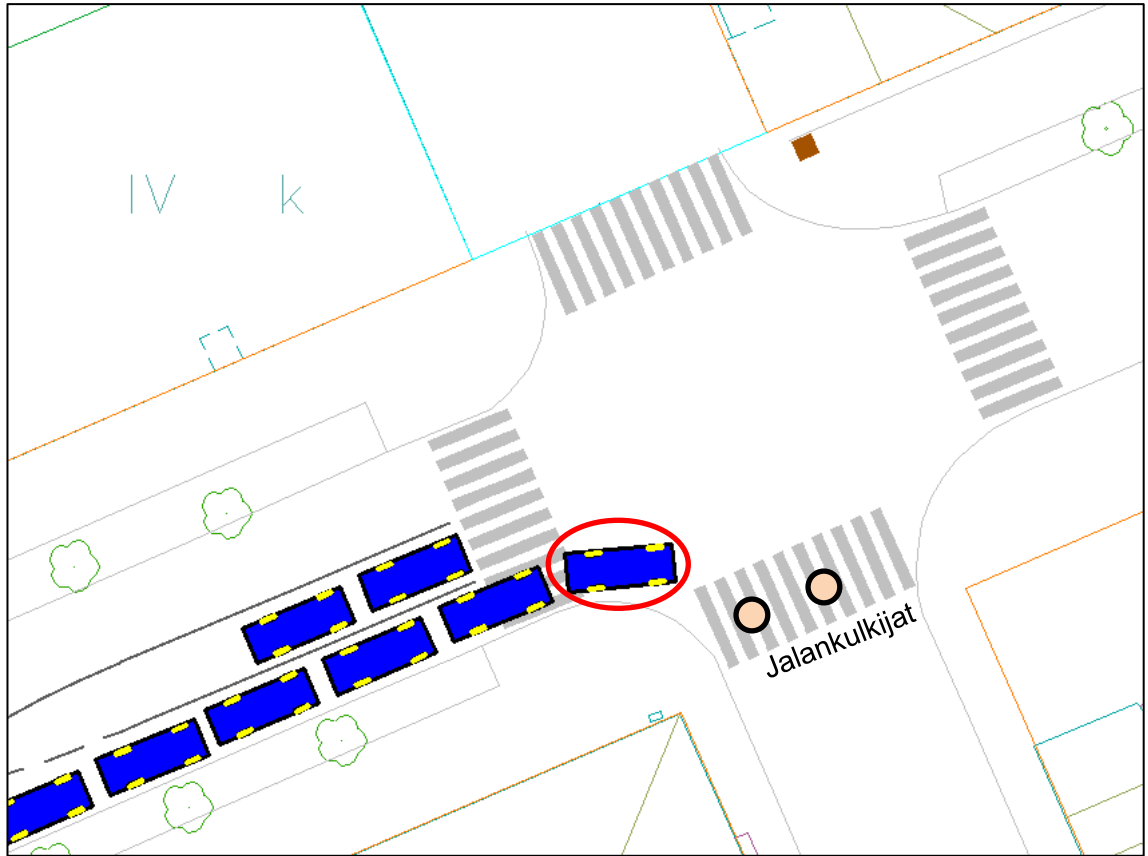
Taulukko 11. Iltaruuhkan tunnuslukuja

Liittymä	Viivytykset (s)		Kuormitusaste	Palvelutaso	
	Liittymä	Huonoin tulosuunta		Liittymä	Huonoin tulosuunta
L101	125,2	249,2	0,97	F	F
L102	30,0	80,6	0,95	D	E
L103	13,2	93,4	0,91	B	F
L104	18,1	55,2	0,74	C	E
L105	31,8	63,6	0,86	D	E
L106	18,8	76,8	0,65	C	F
L107	41,8	127,4	0,73	E	F
Koko verkon keskimääräinen viivytys: 149,9s					

Myös jonopituuksien osalta Mannerheiminkadun liikennevalojen toiminta on heikoimmillaan iltaruuhkan aikaan. Kaikissa muissa liittymissä paitsi L107:ssä pääsuuntien maksimijonopituudet muista liittymistä yltävät edelliseen liittymään asti, vaikkakin keskimääräiset jonopituudet pysyvät lyhyempinä. Keskimääräinen jonopituus onkin parempi mittari toimivuudelle kuin maksimijonopituus, sillä se kuvastaa tilannetta, joka vallitsee yleensä liittymässä. Pääsuuntien jonot estävät ajoittain vasemmalle kääntyvien kaistoille ryhmittäytymisen. Sivusuuntien jonot pysyvät myös iltaruuhkatilanteessa maltillisina. Yhteenkytkentäjaksojen aluissa maksimijonopituudet ovat lännessä noin 700 metriä ja idässä noin 210 metriä. Keskimääräiset jonopituudet pysyvät lännessä noin 400 ja idässä noin 100 metrissä.

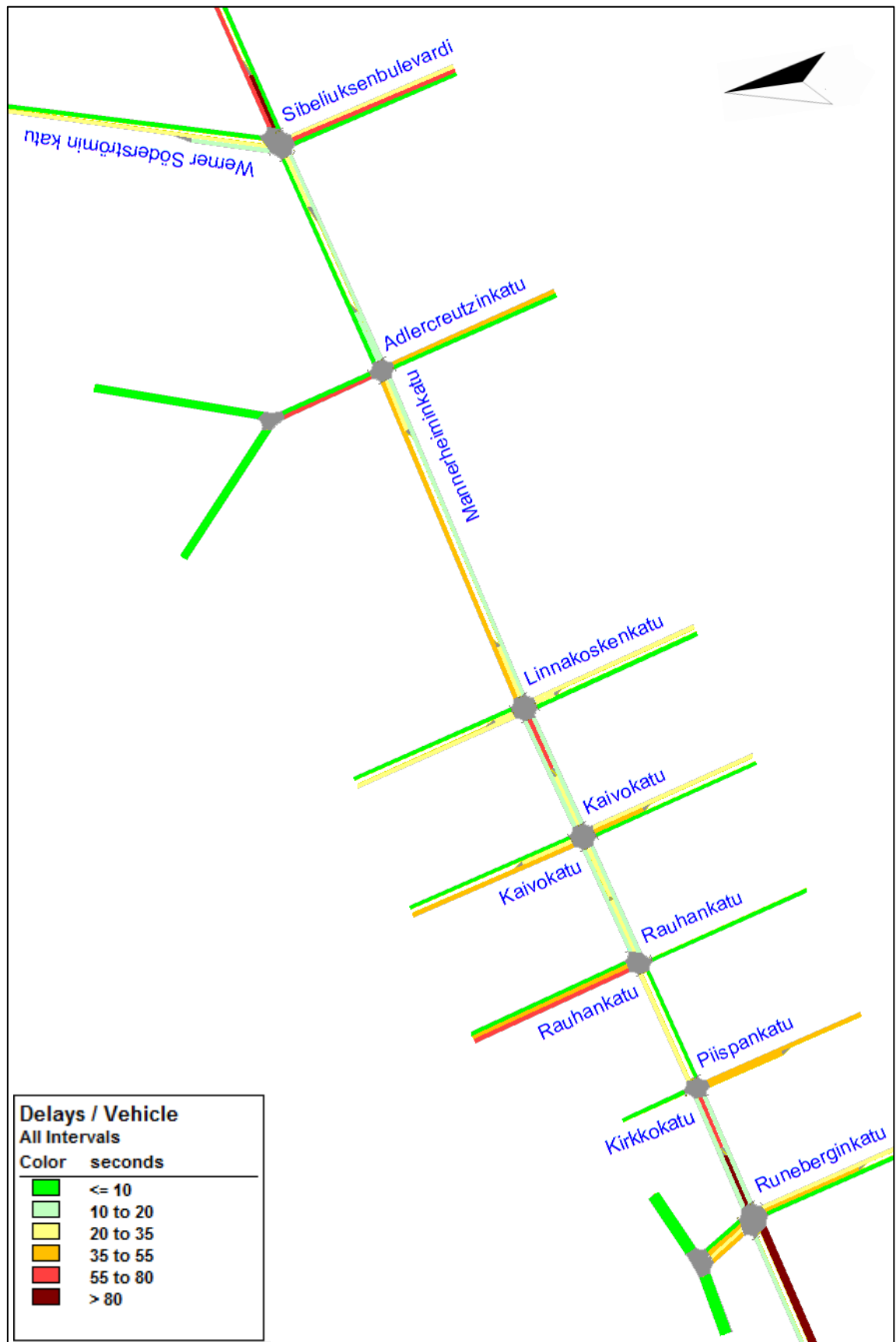
Pysähtymään joutuvien osuus noudattaa samaa kaavaa kuin viivytyksetkin, eli korkeat liikennemäärät aiheuttavat sen, ettei vihreää aaltoa pääse toteutumaan, ja autot joutuvat pysähtymään useissa liittymäväleissä.

Simulointia tarkastellessa pystyi toteamaan, että Mannerheiminkadun liikennevalojen pääsuunnat ovat ylikuormittuneessa tilanteessa. Tämä johtaa siihen, että pääsuuntien vihreä valo päättyy usein kesken jonon purkautumisen, jolloin autoja kertyy pysäytysviivan eteen jatkuvasti. Sama ongelma oli havaittavissa myös aamu- ja päiväruuhkan aikana, mutta iltaruuhkan aikana ylikuormittuneisuutta oli selvästi eniten. Jalankulun huomattiin aiheuttavan ylimääräisiä viivytyksiä varsinkin pääsuunnan ajoneuvoille tilanteissa, jolloin Mannerheiminkadulta oikealle päin kääntyvä ajoneuvo joutuu pysähtymään suojatien eteen odottamaan jalankulkijan suojatien ylittämistä. Tällöin suoraan jatkavat ajoneuvot eivät pääse liittymän läpi, vaikka opastin näyttäisi vihreää valoa ja konflikteja muun liikenteen kanssa ei olisi. Tilanne on havainnollistettu kuvassa 28, joka on Mannerheiminkadun ja Linnankoskenkadun liittymästä. Tilannetta pystyisi parantamaan siirtämällä suojateitä kauemmas risteyksen keskikohdasta, mutta toimenpiteen toteuttamiseksi suojatiemaalit olisi uusittava ja suojateiden liikennevalojen pylväät olisi siirrettävä uudelle paikalla mikä aiheuttaisi myös kaivu- ja asennustöitä. Lisäksi toimenpiteellä olisi negatiivinen vaikutus jalankulkijoiden liikkumiseen, kun suojatiet eivät enää olisi kadun suorana jatkeena.

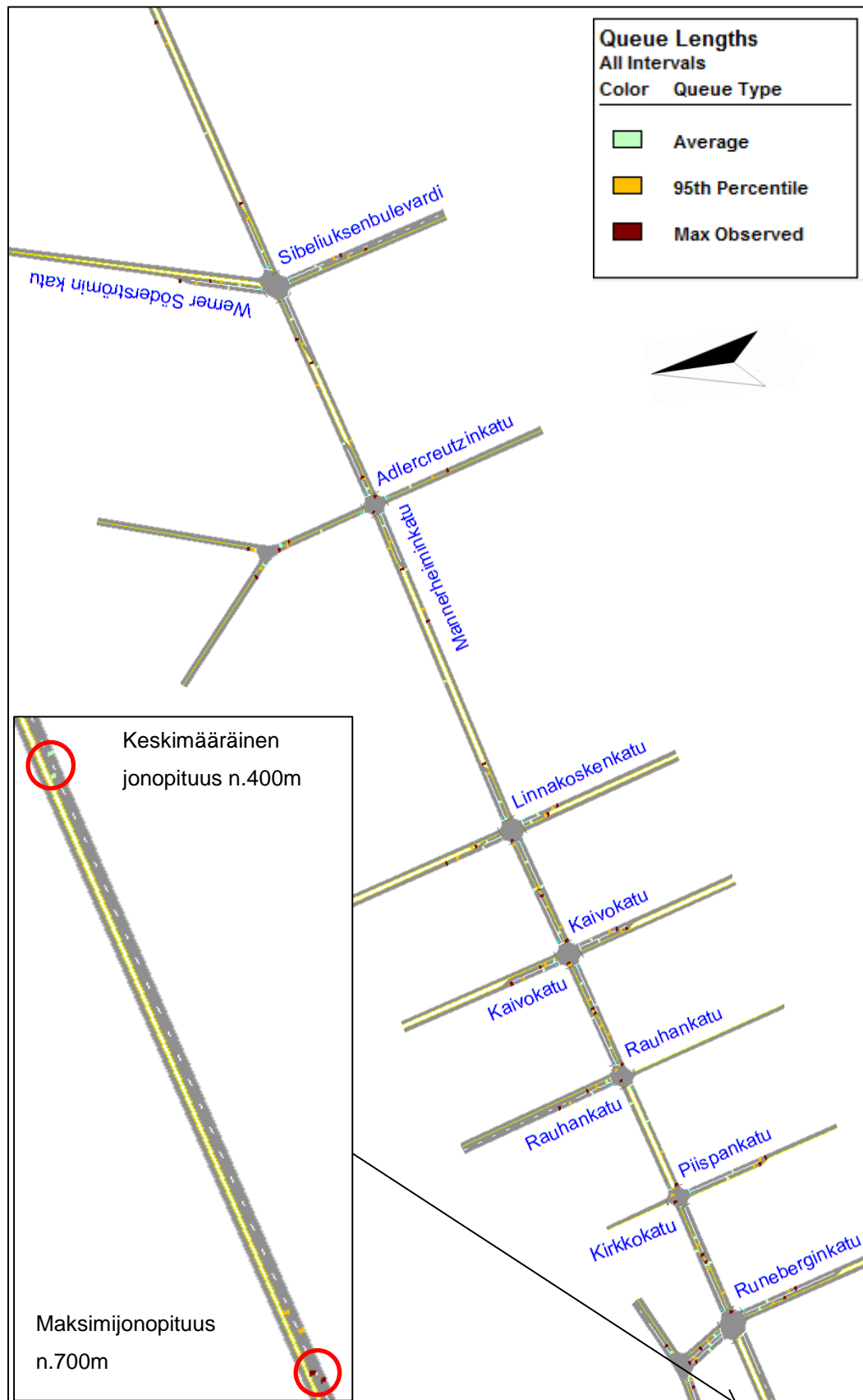


Kuva 28. Jalankulkijat aiheuttavat ylimääräisiä viivytyksiä pääsuunnan ajoneuvoille

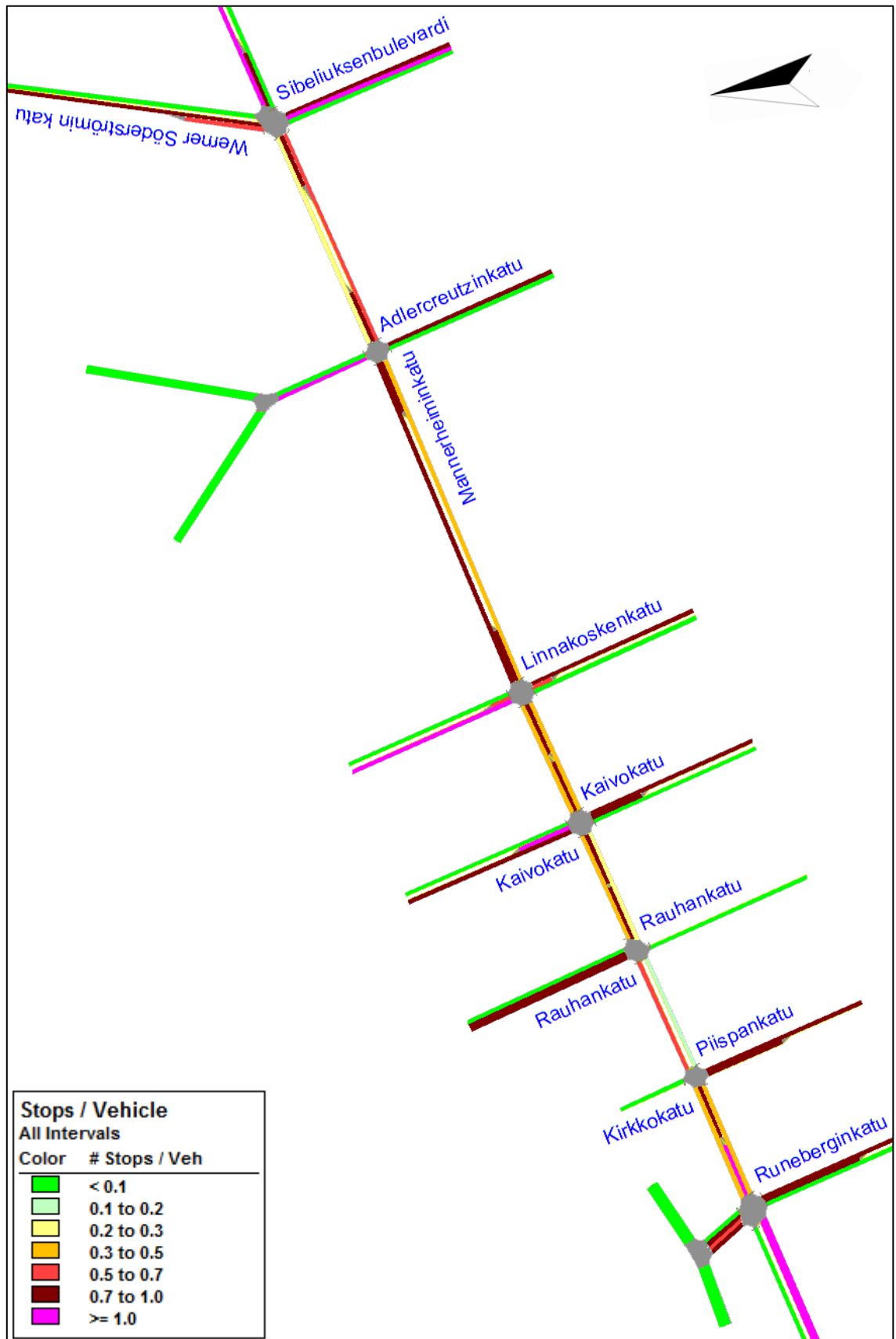
Kuvissa 29–31 on SimTrafficilla tehdystä tarkastelusta saatuja graafisia tuloksia liikenteen sujuvuudesta. Tarkemmat viivytykset, pysähtyvien osuudet ja jonopituudet ovat esitettyinä SimTrafficista tulostetussa raportissa liitteessä 3.



Kuva 29. Viivytykset SimTrafficissa iltaruuhkan aikana



Kuva 30. Jonoutuminen SimTrafficissa iltaruuhkan aikana



Kuva 31. Pysähtymään joutuvien osuus SimTrafficissa iltaruuhkan aikana

7 Vaihtoehtojen vertailu

Erilaisia liikenteenohjauksen vaihtoehtoja simuloitaessa on tarkasteltu samojen asioiden muutoksia, joita nykytilanneanalyysissä on selvitetty. Erilaiset vertailtavat toimenpiteet ja niiden vaikutukset on esitelty alaluvuissa 7.1 – 7.3. Koska iltaruuhka oli nykytilanneanalyysissä huonoiten toimiva liikennetilanne, on toimenpiteitä tarkasteltu pääasiassa sen toimivuuden kannalta. Muutoksia on arvioitu keskimääräisten viivytysten, pysähtymään joutuvien ajoneuvojen ja jonopituuksien, sekä kuormitusasteen perusteella. Koska kohde sijaitsee keskusta-alueella, on keskimääräisten viivytysten painoarvo korkeampi kuin pysähtyvien osuuden (1, s. 84). Nykytilanneanalyysin perusteella kuormitusaste ei itsessään ole parhaiten Mannerheiminkadun liikenteen toimivuutta kuvaava mittari, mutta liikenteen toimivuuden paraneminen vaikuttaa varmasti myös kuormitusasteeseen alentavasti. Viivytyksiä ja jonopituuksia tarkastellessa pääsuuntiin on kiinnitetty eniten huomiota, koska opinnäytetyön aiheena on vihreän aallon parantaminen, eikä sivusuuntien toiminnassa alunperinkään ollut suurempia ongelmia. Jonopituuksia on vertailtu keskimääräisen jonopituuden muutoksen mukaan, koska maksimijonopituudet eivät anna täsmällistä kuvaa liikenneverkon jatkuvasta toiminnasta. Toimenpiteiden vaikutuksia on havainnollistettu värikoodilla varustetulla taulukolla. Värikoodien merkitykset on esitetty alla olevassa taulukossa 12.

Taulukko 12. Värikoodien merkitykset toimenpiteiden tarkastelussa

Suuri positiivinen vaikutus
Positiivinen vaikutus
Pieni positiivinen vaikutus
Pieni negatiivinen vaikutus
Negatiivinen vaikutus
Suuri Negatiivinen vaikutus

7.1 Muutokset yhteenkytkennän kiertoajassa

Iltaohjelman aikainen liikenteen ylikuormittuneisuustilanne paransi, jos pääsuunnille pystyttäisiin näyttämään enemmän vihreää valoa. Nykyisellä 100 sekunnin kiertoajan yhteenkytkentäohjelmalla pääsuunnan vihreän valon pituutta ei käytännössä katsoen pysty kasvattamaan, sillä sivusuuntien liikenteen ja varsinkin sen kanssa samaan aikaan vihreänä olevien suojateiden vihreän aikaa ei voi kovinkaan paljoa lyhentää ny-

kyisestä. Vaihtoehtoksi jää yhteenkytkennän kiertoajan pidentäminen. Pidempi kiertoaika ja sen myötä leveämpi vihreä aalto mahdollistaa jo itsessään vihreän aallon paremman toteutumisen. Haittapuolina kiertoajan pidentämisessä on sivusuuntien ja Mannerheiminkadun ylittävien jalankulkijoiden viivytysten kasvu. 120 sekunnin kiertoajan käyttö Mannerheiminkadun liikennevalo-ohjauksessa on ruuhkaisimpien liikennetilanteiden aikana kuitenkin perusteltua, koska pääsuunnan liikennemäärät ovat niin suuret, että ne aiheuttavat liikenteen sujuvuuteen häiriöitä ja lyhyet liittymävälit L101 – L105 tukkeutuvat autoista, jotka eivät pääse vihreän valon aikana liittymän läpi. 120 sekunnin kiertoajan ohjelmassa lisättiin pääsuunnille vihreän valon aikaa kierrossa noin 20 sekunnilla, muuten ohjelma pidettiin lähes nykyistä 100 sekunnin kiertoajan ohjelmaa vastaavana. Taulukossa 13 on esitettyä muutos iltaruuhkassa vallitsevaan nykytilanteeseen nähden.

Taulukko 13. 120 sekunnin kiertoajan vaikutus iltaruuhkaan

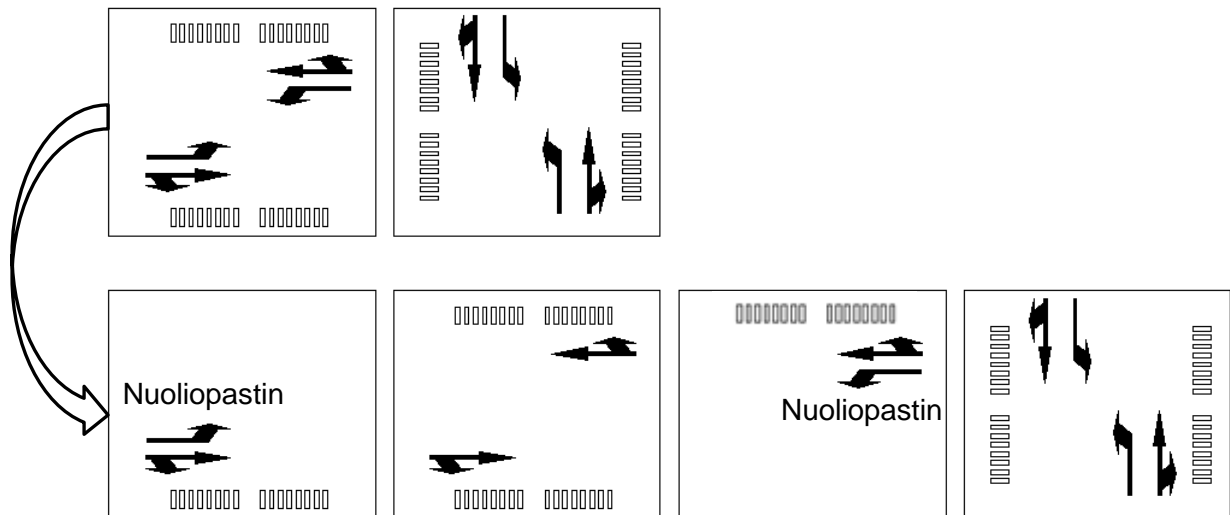
Liittymä	Muutos nykytilanteeseen nähden						
	Keskim. Viivytys (s)			Keskim. pys. / ajon.	Keskim. Jonopituus (m)		Kuormitusaste
	Liittymä	Itään	Länteen		Itään	Länteen	
L101	-69,8	-155,8	-3,6	-0,61	-143,0	-1,6	-0,07
L102	-3,4	-4,4	-12,6	-0,1	-2,6	-12,4	-0,06
L103	-4,2	-2,4	-5,6	-0,07	+2,2	-10,1	-0,05
L104	-3,8	-5,9	-9,1	-0,16	-16,8	-16,7	-0,04
L105	-12,9	+2,1	-31,6	-0,27	+21,1	-84,0	-0,09
L106	+1,2	+2,6	+3,0	0,0	+29,1	+25,8	-0,02
L107	-7,2	-4,0	-32,5	-0,2	-1,2	-32,9	-0,05
Koko verkon keskimääräiset viivytykset: -53,4s							

Taulukon 13 perusteella 120 sekunnin kiertoajan ohjelmalla hyödyt Mannerheiminkadun suuntaiselle liikenteelle olisi merkittävät. Koko verkon keskimääräiset viivytykset laskisivat yli 53 sekunnilla, ja ongelmallisimmassa suunnassa yli kahdella ja puolella minuutilla. Vain liittymässä L106 toiminta huononisi jonkun verran nykyisestä. Tämä ei kuitenkaan aiheuttaisi liittymän toimivuuteen ongelmia, sillä liittymässä olisi vielä hyvin jonotustilaa, toisin kuin ahtailla liittymäväleillä liittymissä L101-L105, joissa kaikissa paitsi liittymän L103 itään päin kulkevilla jonopituudet vähenisivät. Sivusuuntien liikenne odotetusti kärsii hieman pidennetystä kiertoajasta, keskimääräisten viivytysten ollessa 20 ja 100 sekunnin välillä. Keskiarvoltaan sivusuuntien keskimääräiset viivytykset ovat kuitenkin noin 50 sekuntia. Eniten viivytyksiä ilmeni sivusuuntien vasemmalle kääntyvillä ajoneuvoilla, koska niillä oli ongelmia päästä liittymien läpi vihreän valon

aikana vastakkaisesta tulevien ajoneuvojen takia. Näitä viivytyksiä pystyisi pienentämään ilmaisiohjelmoinnilla, jolla taattaisiin tarpeen vaatiessa lopetusviivettä ryhmälle, jonka ajoneuvot eivät ole päässeet liittymän läpi vihreän valon aikana (1, s. 130). Synchronolla ei kuitenkaan pysty asettamaan ajoneuvoryhmien ilmaisimille lopetusviivettä, joten siitä saatavia tarkkoja hyötyjä ei pysty kyseisellä ohjelmistolla toteamaan. Kierrotoajan kasvattamisen aiheuttamien hyötyjen voi olettaa toimivan myös muissakin ohjelmissa, mutta jokaiseen tilanteeseen sopivaksi ratkaisuksi siitä ei ole sivusuunnille aiheutuvien haittojen takia.

7.2 Ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyt

Koska nykytilanteessa Mannerheiminkadun liikennettä ohjataan pääasiassa pallo-opastimilla, täytyy molemmille pääsuunnille näyttää vihreää samanaikaisesti, sillä sekavaiheessa tulosuuntien vihreän pitää turvallisuussyistä alkaa yhtä aikaa (1, s. 160). On kuitenkin mahdollista asettaa vasemmalle kääntyville ajoneuvoille omat nuoliopastimensa, jolloin vihreiden alkamista pystytään porrastamaan ja vihreä aalto pystytään toteuttamaan paremmin molempiin suuntiin. Kuvassa 32 on havainnollistettu millaisen muutoksen molempien pääsuuntien vasemmalle kääntyville ajoneuvoille asetettavat nuoliopastimet tekevät vaihekaavioon.

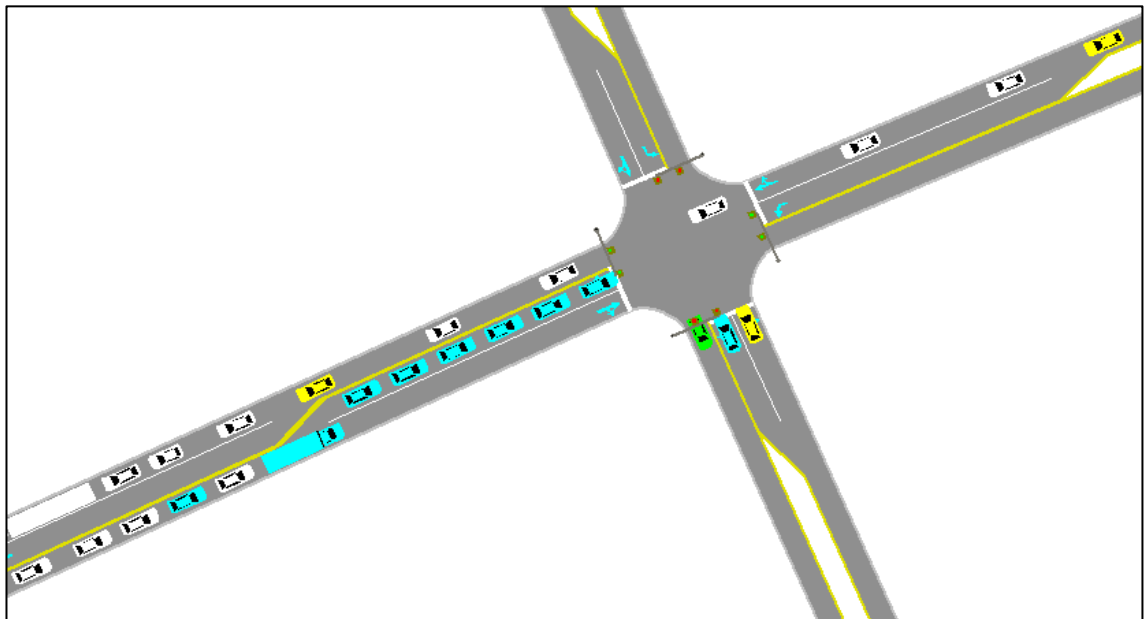


Kuva 32. Muutos vaihejärjestyksessä nuoliopastimien lisäämisen myötä

Mannerheiminkadulla on nykytilanteessa vain liittymässä L101 idästä päin vasemmalle kääntyvillä kolmiaukkoinen nuoliopastin. Synchronon rakennettuun Mannerheiminkadun liikenneverkkoon asetettiin vasemmalle kääntyville nuoliopastimet seuraavanlaisesti:

- L102:ssa lännestä tuleville vasemmalle kääntyville
- L104:ssa sekä lännestä että idästä tuleville vasemmalle kääntyville
- L105:ssä idästä tuleville vasemmalle kääntyville
- L106:ssa sekä lännestä että idästä tuleville vasemmalle kääntyville.

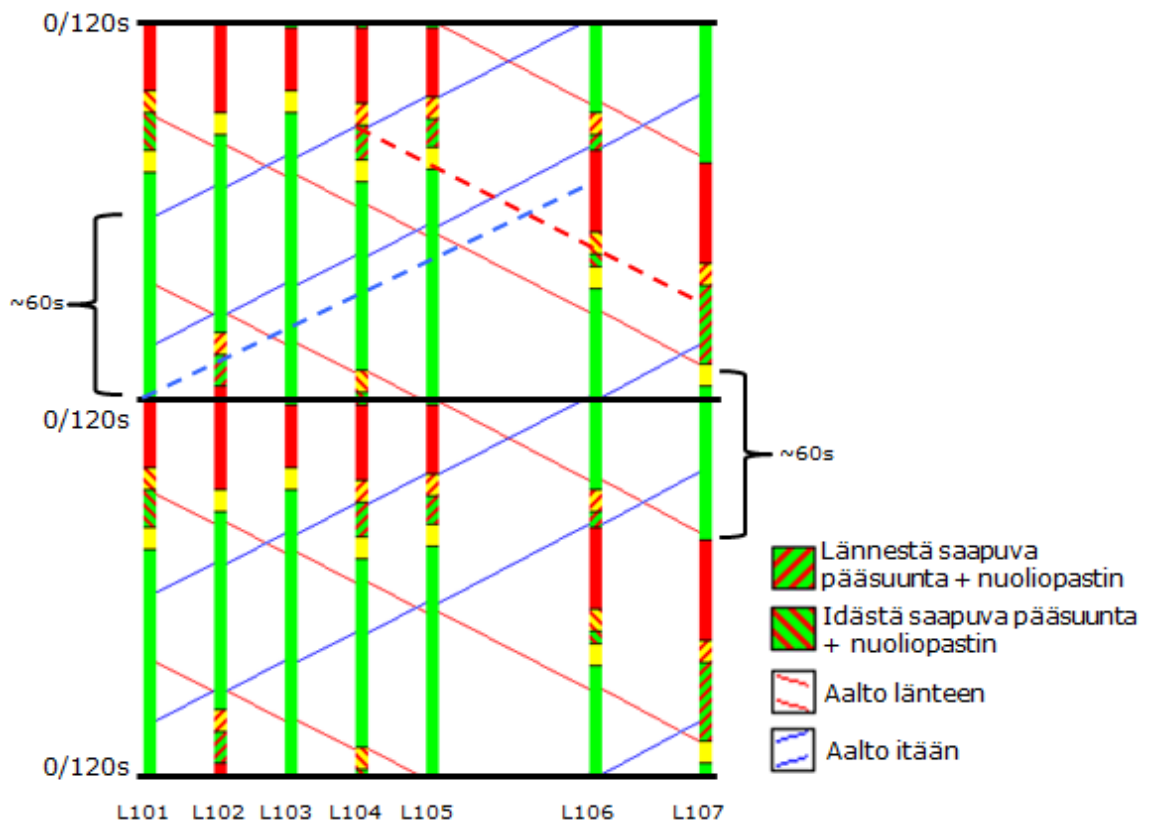
Vaikka luvussa 3.1 esitetyt kriteerit vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen nuoliopastimille ei täytykään, on niiden asettaminen kuitenkin perusteltua, koska vasemmalle kääntyvien on nykytilanteessa vaikea päästä liittymän läpi suuren vahvan vastakkaisesta suunnasta tulevan ajoneuvoliikenteen vuoksi. Tästä aiheutuu ajoittain myös pääsuunnalle ongelmia, kun vasemmalle kääntyvien kaistan pituus loppuu kesken, ja vasemmalle kääntyvät ajoneuvot estävät suoraan menevien ajoneuvojen etenemisen kuvan 33 mukaisesti. Kuvassa valkoiset ajoneuvot ovat suoraan jatkavia ja turkoosin väriset vasemmalle kääntyviä. Kuva on kuvakaappaus SimTrafficista.



Kuva 33. Kääntyvät ajoneuvot eivät pääse liittymän läpi vastaan tulevien ajoneuvojen takia

Edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen 120 sekunnin kiertoajan yhteenkytkentäohjelmaa muokattiin siten, että vihreä aalto toteutuisi mahdollisimman hyvin molempiin suuntiin. Aallon riittävää leveyttä selvitettiin ruotsalaisella menetelmällä, jossa opastinryhmän vihreä aika selvitetään kaistan ominaisvälityskyvyn, mitoitusliikenteen ja yhteenkytkentäohjelman kiertoajan perusteella. (1, s. 105.) Ominaisvälityskyky tarkoittaa sitä ajoneuvomäärää, jonka kyseinen kaista pystyy päästämään liittymän läpi tunnissa, kun tulosuunnalle näytetään jatkuvasti vihreää valoa (1, s. 111). Menetelmässä käyte-

tään kaavaa $(s/q) * c = g(p)$, jossa s on kaistan ominaisvälityskyky (ajoneuvoa / h), q on mitoitusliikenne (ajoneuvoa / h), c on yhteenkytkentäohjelman kiertoaika ja $g(p)$ on vihreän ajan tarve sekunteina (1, s. 107). Koska Mannerheiminkadulla liittymässä L101 lännestä tulevalla pääsuunnalla liikennemäärä on 795 ajoneuvoa / h, käytettiin tätä mitoitusliikenteenä. Synchro arvioi kyseisen kaistan ominaisvälityskyvyksi 1505 ajoneuvoa / h ja LIVASU vastaavanlaisten kaistojen ominaisvälityskyvyksi 1700 – 1940 ajoneuvoa / h (1, s.109 – 110). Ominaisvälityskykynä päädyttiin käyttämään 1600 ajoneuvoa / h, koska alakanttiin arvioidessa vaaditun vihreän valon aika kasvaa ja vihreän aallon toteutuminen on todennäköisempää. Edellä mainituilla arvoilla ja 120 sekunnin kiertojalla päädyttiin 59,6 sekunnin mittaiseen vihreään aaltoon. Noin 60 sekunnin mittainen vihreä aalto oli mahdollista toteuttaa molempiin suuntiin liittymien L101 ja L105 välillä, mikä oli tärkeintä lyhyiden liittymäväliden aiheuttaman helpon liikenteen häiriintymisen vuoksi. Länteen päin kulkeva suunta saatiin kulkemaan kaikkien seitsemän liittymän läpi 60 sekunnin mittaisessa ja ajoittain jopa 80 sekunnin aallossa. Kuva 34 on yhteenkytkentäkaavio ohjelmasta, jota simuloitiin SimTrafficissa.



Kuva 34. Synchrolla simuloitu 120 sekunnin ohjelma vasemmalle kääntyvien nuolilla

Vihreän aallon parantumisen lisäksi vasemmalle kääntyville asetettavilla nuolilla olisi myös huomattava vaikutus liikenneturvallisuuteen, kun vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen ei tarvitse väistää vastakkaisesta suunnasta tulevia ajoneuvoja eikä suojatietä ylittäviä jalankulkijoita. Turvattu vaihe kääntyville ajoneuvoille takaa myös sen, että punaista valoa päin ajaminen vähentyy. Sekavaiheessa kääntyvät ajoneuvot joutuvat pahimmassa tapauksessa odottamaan koko vihreän valon ajan mahdollisuutta kääntymiseen, ja kääntyminen onnistuu vasta kun vastakkaisesta suunnasta tulevat ajoneuvot pysähtyvät punaisen valon takia. Vasemmalle kääntyvien nuoliopastimien sijoittaminen Mannerheiminkadulle aiheuttaisi muutoksia katukuvaan, sillä opastimia varten tulisi rakentaa liikennevaloportaalit, jotta opastimet saisi sijoitettua kaistojen yläpuolelle, koska kaistojen vasemmalle puolelle sijoittaminen ei ole mahdollista. Tästä aiheutuisi rakennus- ja kaivutöitä Mannerheiminkadulle. Taulukossa 14 on esitetty edellä mainittujen toimenpiteiden vaikutuksen iltaruuhkan liikenteen sujuvuuteen. Tarkat tiedot toimivuudesta on liitteessä 4, joka on SimTrafficin raportti.

Taulukko 14. 120 sekunnin ohjelman ja nuoliopastimien vaikutus iltaruuhkassa v3

Liittymä	Muutos nykytilanteeseen nähden						Kuormitusaste
	Keskim. Viivytys (s)			Keskim. pys. / ajon.	Keskim. Jonopituus (m)		
	Liittymä	Itään	Länteen		Itään	Länteen	
L101	-94,4	-213,8	-4,6	-1,05	-290,4	-16,1	-0,11
L102	-7,1	-12,6	-14,7	-0,17	-33,3	-16,4	-0,08
L103	-5,0	-2,6	-6,5	-0,06	4,7	-11,8	-0,08
L104	2,7	-3,8	-5,5	-0,10	-1,8	-5,5	-0,01
L105	-12,3	-7,3	-28,3	-0,28	-11,5	-61,5	-0,13
L106	5,2	4,4	2,3	0,10	34,6	21,2	+0,04
L107	-12,7	-12,1	-39,7	-0,32	-35,6	-45,0	-0,08
Koko verkon keskimääräiset viivytykset: -66,9s							

Merkittävimmät muutokset tapahtuivat liittymän L101 itään päin kulkevassa pääsuunnassa, jossa keskimääräiset viivytykset vähenivät yli kolmella ja puolella minuutilla ja keskimääräinen jonopituus yli 290 metrillä. Tästä jo pelkästään voi tehdä johtopäätöksen, että kun liikennevalo-ohjauksessa ei yhteenkytkennässä ole ongelmia, eivätkä lyhyet liittymävälit ole jatkuvasti täynnä autoja, heijastuu se yhteenkytkennän alkuihin merkittävällä tavalla. Liittymien L101 ja L105 välillä keskimääräiset jonopituudet vähenivät keskimäärin yli 11 metrillä (ajoittain huomattavasti enemmän), mikä on merkittävä parannus koska liittymävälitkin ovat vain noin 100 metrin pituisia. Vaikka liittymän L103

itään menevällä suunnalla keskimääräinen jonopituus kasvoi 4,7 metrillä, laskei keskimääräiset viivytykset kuitenkin 2,6 sekunnilla. Välillä L101 – L105 keskimääräiset viivytyksetkin pienenevät liittymän L104 kokonaisviivytyksiä lukuun ottamatta. Liittymien L101 – L105 toimivuuden parantamista tehtiin tietoisesti liittymän L106 kustannuksella, koska liittymässä on runsaasti jonotustilaa, eikä ongelmia simuloinnissa esiintynyt. Vaikka keskimääräiset jonopituudet kasvoivatkin muutamilla kymmenillä metreillä, ei se kuitenkaan heijastunut kovin merkittävästi keskimääräisiin viivytyksiin, jotka kasvoivat vain muutamilla sekunneilla. Kuvassa 35 on ympyröitynä liittymän L106 pääsuuntien keskimääräiset jonopituudet. Myös keskimääräisissä pysähdyksissä ja kuormitusasteissa tapahtui parannusta nykytilanteeseen nähden liittymää L106 lukuun ottamatta.



Kuva 35. Liittymän L106 keskimääräiset jonopituudet eivät ole merkittävän pitkiä

7.3 Ilmaisjärjestelyt

Koska nykytilanteessa sivusuunnilla on pääsääntöisesti pelkästään läsnäoloilmaisimet, ei sivusuuntien liikennevalo-ohjausta ole pystytty toteuttamaan kovinkaan joustavasti. Tämä johtaa ajoittain siihen, että vaikka sivusuunnan liikenne olisi jo päässyt valoista

läpi, näytetään sille edelleen vihreää valoa. Sivusuunnille asetettavilla kulkulmaisimien avulla olisi mahdollista näyttää vihreää valoa vain sen verran, että ajoneuvot pääsisivät liittymästä läpi. Tämän jälkeen pääsuuntien vihreän valon voisi aloittaa aikaisemmin, joka toimisi pääsuunnan jonoutumista, pysähdyksiä ja viivytyksiä vähentävänä toimenpiteenä. Ilmaisinjärjestelyjen muutosta tarkasteltiin nykyisellä 100 sekunnin kiertoajan ohjelmalla asettamalla Synchronassa jokaiselle sivusuunnalle kulkulmaisimien 45 metriin ja antamalla ilmaisimille mahdollisuus pyytää sekä pidentää vihreää. Valo-ohjausta muutettiin enemmän liikenneohjatuksi. Tarkastelu tehtiin illan huipputunnin liikennemäärillä. Taulukossa 15 on esitettyä toimenpiteiden aiheuttamat muutokset liikennevalo-ohjauksen toimivuuteen nykytilanteeseen nähden.

Taulukko 15. Sivusuuntien kulkulmaisimien vaikutus nykyiseen 100 sekunnin ohjelmaan

Liittymä	Muutos nykytilanteeseen nähden						Kuormitusaste
	Keskim. Viivytys (s)			Keskim. pys. / ajon.	Keskim. Jonopituus (m)		
	Liittymä	Itään	Länteen		Itään	Länteen	
L101	-37,0	-72,3	-2,8	-0,4	-110,8	-14,6	-0,04
L102	-4,1	-1,4	-6,3	-0,06	-8,4	-8,3	0,01
L103	-1,8	1,4	-4,7	-0,01	5,0	-8,4	0,02
L104	-2,5	-0,3	-6,3	-0,07	-0,2	-11,3	0,01
L105	-12,8	-4,3	-22,2	-0,21	-9,3	-48,3	-0,15
L106	-0,5	0,7	-0,9	+0,01	5,6	-4,9	0,01
L107	-7,7	-5,7	-23,7	-0,15	-18,1	-21,6	0,01
Koko verkon keskimääräiset viivytykset: -33,0s							

Uusia ilmaisinjärjestelyjä simuloimalla todettiin, että niillä on yleisesti ottaen parantava vaikutus Mannerheiminkadun liikennevalo-ohjauksen sujuvuuteen. Muutokset eivät kuitenkaan pääsääntöisesti ole yhtä merkittäviä kuin kiertoajan kasvattamisella ja ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyiden muutoksella. Uusista ilmaisinjärjestelyistä ei myöskään olisi yhtä suurta hyötyä pidemmällä kiertoajalla, koska pääsuunnan vihreän valon riittävyys takautuu muutenkin. Uusien ilmaisimien rakentaminen vaatisi myös melko suuria rakennustöitä Mannerheiminkadun sivusuunnille. Ilmaisinjärjestelyiden hyöty vähenee myös tulevaisuudessa, mikäli sivusuuntien liikennemäärät kasvavat. Tällöin sivusuunnille joudutaan näyttämään jatkuvasti täysi aika vihreää valoa, jolloin ollaan taas alkuperäisessä tilanteessa.

8 Johtopäätökset

Nykyisten liikennemäärien perusteella aamu-, päivä- ja iltaruuhkien yhteenkytkentäohjelmien kiertoaajat ovat liian lyhyet joka aiheuttaa pääsuuntien ylikuormittumisen. Aina-kin aamu- ja iltaruuhkan aikaisen ohjelman kiertoaajan pituutta tulisi kasvattaa 120 sekuntiin ja päiväohjelman kiertoaikaa 100 sekuntiin, jotta pääsuunnille ei pääsisi kertymään ruuhkatilanteessa pitkiä jonoja. Päiväruuhkan aikana olisi mahdollista käyttää nykyistä 100 sekunnin kiertoaajan ohjelmaa. Pelkästään 120 sekunnin kiertoaajan ohjelman suunnittelulla päästäisiin aamu- ja iltaruuhkien ylikuormitetusta tilanteesta eroon, ja se olisi toimenpiteenä myös helppo suorittaa, koska Mannerheiminkadulla ei tarvitsisi tehdä lainkaan rakennustöitä.

Myös vasemmalle kääntyvien nuoliopastimien toteuttaminen olisi perusteltua sen parantavilla vaikutuksilla vihreän aallon toimivuuteen sekä liikenneturvallisuuteen. Nykytilanteessa vasemmalle kääntyvillä ajoneuvoilla on melko voimakas taipumus ajaa liittymän läpi punaista valoa vasten, koska vihreän valon aikana vastaantuleva liikenne estää kääntymisen. Vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen ajoittaminen eri aikaan jalankulkijoiden kanssa parantaa myös sekä ajoneuvojen että suojatien ylittäjien liikenneturvallisuutta. Nuoliopastimien sijoittaminen aiheuttaisi rakennustöitä neljään liittymään, joihin tulisi asettaa liikennevaloportaalit, uusia opastimia sekä kaapeleita. Nuoliopastimien asettaminen vaatisi kaikkien valo-ohjelmien ja suunnitelmakuvien muokkaamista. Suunnittelun kustannukset ovat kuitenkin pieniä verrattuna rakentamisesta aiheutuviin kustannuksiin.

Nykytilannetta olisi mahdollista parantaa myös ilmaisinjärjestelyillä. Vaikutukset eivät kuitenkaan ole yhtä merkittäviä kuin kiertoaajan ja ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyiden muutoksilla. Rakennustöitä joutuisi tekemään paljon, koska jokaiselle sivusuunnalle tulisi kulkuilmaisimien ilmaisyhdyskaapelit tulisi vetää saman suunnan läsnäoloilmaisimilta asti. Koska läsnäoloilmaisimet ovat pysäytysviivan tuntumassa ja kulkuilmaisimet tulisivat noin 45 metriin, tulisi jokaiselle sivusuunnalle kaivutöitä noin 40 metriä.

Näiden päätelmien perusteella Porvoon kaupungille tullaan todennäköisesti suosittelemaan toimenpide-ehdotuksena Mannerheiminkadun valo-ohjauksen parantamiseksi 120 sekunnin kiertoaajan yhteenkytkentäohjelman suunnittelua, vasemmalle kääntyville

ajoneuvoille nuoliopastimia luvun 7.2 mukaisesti, sekä ohjelma-aikataulun tarkastamista liikennemäärien mukaiseksi.

9 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin asioita, jotka vaikuttavat vihreän aallon toimivuuteen. Yhteenkytkenän kiertoajan, ilmaisinjärjestelyiden sekä ryhmä-, opastin- ja vaihejärjestelyiden muutoksien vaikutuksia selvitettiin simuloimalla todellista liikennetilannetta simulointiohjelmistoilla. Toimenpiteiden vaikutuksia pohdittiin myös liikenneturvallisuuden ja kustannuksien näkökulmasta. Tutkimus onnistui hyvin, toimenpiteiden vaikutuksista saatiin simulointiohjelmilla riittävän selkeä kuva, jotta toimenpiteiden voidaan olettaa toimivan samankaltaisesti myös todellisessa liikennevalo-ohjauksessa. Tutkimuksen pohjalta Porvoon kaupungille pystyttiin tekemään toimenpide-ehdotus Mannerheiminkadun liikennevalo-ohjauksen parantamiseksi. Tutkimuksessa suureksi haasteeksi osoittautui Mannerheiminkadun liikennetilanteen simulointi siten, että se vastaisi mahdollisimman hyvin todellista tilannetta. Erityisesti liikennemäärien selvittämiseen meni odotettua enemmän aikaa.

Tutkimusta olisi mahdollista jatkaa laajentamalla tutkimusta korkeamman ajonopeuden tieosuuksien vihreän aallon tutkimiseen. Tällöin toimenpiteitä voisi olla esimerkiksi lisäkaistat tai kiertoliittymät. Simulointiohjelman luotettavuutta olisi myös mahdollista tutkia vertaamalla Mannerheiminkadun liikenteen todellista nykytilannetta tilanteeseen, joka tulee vallitsemaan toimenpiteiden toteuttamisen jälkeen.

Vaikka toimenpiteiden vaikutuksia simuloitiin vain Porvoon Mannerheiminkadun liikennevalo-ohjauksella, voidaan olettaa että toimenpiteillä on samankaltaisia vaikutuksia myös muilla ruuhkautuneilla pääkaduilla, joilla liittymävälit ovat lyhyitä. Näin ollen yrityksessä voidaan hyödyntää tutkimuksen tuloksia jatkossa vastaavanlaisissa projekteissa karsimalla simuloitavien toimenpiteiden määrää ja hyödyntää tutkimuksen jälkeen käytössä olevia hyväksi havaittuja vertailutaulukoita myös pienemmissä selvityksissä.

Lähteet

- 1 Liikennevalojen suunnittelu LIVASU. 2005. Helsinki: Tiehallinto
- 2 Enberg, Åsa, Luttinen, R. Tapio & Ojala, Virpi. 2007. Tieliikenteen palvelutason määrittäminen. Helsinki: Tiehallinto
- 3 Tasoliittymä ohje. 2001. Helsinki: Tiehallinto
- 4 Pasanen, Eero. 2005. Kiertoliittymien turvallisuus. Helsingin kaupunki: Kaupunkisuunnitteluvirasto
- 5 Nevala, Riku, Niittymäki, Jarmo, Penttinen, Merja, Rautio, Janne & Rämä Pirkko. 2003. Liikenteen palvelutason määritelmiä, tekijöitä ja mittareita. Helsinki: Tiehallinto
- 6 Uusien liikennevalojen rakentamiskriteerit. 2011. Verkkodokumentti. <<http://www.tampere.fi/liikennejakadut/liikenteenohjaus/liikennevalot/valoohjauksenperiaatteita/uusienliikennevalojenrakentamiskriteerit.html>>. Luettu 6.6.2013.
- 7 Liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista. 1012/2001.
- 8 Kari, Sane. 2012. Liikennevalosuunnittelu ydinasiat, Opastimet ja ilmaisimet, Opastinsijoittelu. Verkkodokumentti. <<http://www.liikennevalot.info/opi/index.shtml>>. Luettu 3.6.2013.
- 9 Ilmaisimet. 2011. Verkkodokumentti. <<http://www.tampere.fi/liikennejakadut/liikenteenohjaus/liikennevalot/opastimetjaniiendoiminta/ilmaisimet.html>>. Luettu 10.6.2013
- 10 Värri, Jukka. 2012. Liikennevalokojeiden verkotus. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 11 Sane, Kari. 2010-2013. Verkkodokumentti. <<http://www.liikennevalot.info/tieto/vihreaaalto.shtml>>. Luettu 2.7.2013.
- 12 Kotka, Tiina. Viserrystä kävelijöille ja aaltoja autoilijoille. Verkkodokumentti. <<http://www.hel.fi/hel2/helsinki-info/arkisto/2003/netti0303/liikenteenohjaus.htm>>. Luettu 24.7.2013.
- 13 Joukkoliikenteen liikennevaloetuuksien suunnitteluohje JOLIVA. 2000. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö

- 14 Kajan, Veijo. Hälytysajoneuvojen liikennevaloetuuudet. 2010. Verkkodokumentti. <<http://www.tampere.fi/pirkanmaanpelastuslaitos/ajankohtaista/5q0yiJHlo.html>>. Luettu 1.8.2013
- 15 Porvoon kävelypainotteisen keskusta-alueen kehittäminen. 2003. Porvoon kaupunki
- 16 Malo, Erkki. 2007. Liikennevalo-ohjattujen liittymien liikennetekninen seuranta-prosessi Oulussa. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- 17 Albeck, John & Husch, David. 2006. Synchro Studio 7 User Guide. Sugar Land: Trafficware, Ltd.

Summary of All Intervals

Start Time	6:57
End Time	8:02
Total Time (min)	65
Time Recorded (min)	60
# of Intervals	2
# of Recorded Intvls	1
Vehs Entered	3049
Vehs Exited	3069
Starting Vehs	163
Ending Vehs	143
Denied Entry Before	1
Denied Entry After	0
Travel Distance (km)	4238
Travel Time (hr)	176.0
Total Delay (hr)	65.6
Total Stops	5480
Fuel Used (l)	403.2

Interval #0 Information Seeding

Start Time	6:57
End Time	7:02
Total Time (min)	5

No data recorded this interval.

Interval #1 Information Recording

Start Time	7:02
End Time	8:02
Total Time (min)	60
Vehs Entered	3049
Vehs Exited	3069
Starting Vehs	163
Ending Vehs	143
Denied Entry Before	1
Denied Entry After	0
Travel Distance (km)	4238
Travel Time (hr)	176.0
Total Delay (hr)	65.6
Total Stops	5480
Fuel Used (l)	403.2

101: Runeberginkatu & Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	50.0	27.1	23.3	5.1	5.2	57.5	33.1	36.1	42.2	28.3	32.9	28.9
Stop/Veh	1.04	0.76	0.64	0.15	0.15	0.94	0.88	0.83	0.93	0.76	0.80	0.65

102: Mannerheiminkatu & Piispankatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	All
Delay / Veh (s)	43.6	11.2	17.8	16.9	41.8	46.4	38.8	20.2
Stop/Veh	0.92	0.22	0.46	0.43	0.89	0.91	0.93	0.46

103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	6.6	6.4	41.1	5.0	3.9	36.0	43.3	38.0	9.8
Stop/Veh	0.19	0.23	0.99	0.21	0.21	0.72	0.89	0.87	0.28

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	23.6	8.4	3.2	12.4	7.5	5.8	58.0	39.3	33.9	45.2	36.8	42.4
Stop/Veh	0.86	0.22	0.10	0.87	0.22	0.21	0.99	0.91	0.81	0.84	1.00	0.90

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	14.1
Stop/Veh	0.35

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	37.6	11.6	11.6	33.9	21.2	18.5	37.9	27.5	29.8	42.0	34.5	27.2
Stop/Veh	1.08	0.31	0.39	0.98	0.49	0.41	0.97	0.74	0.76	0.91	0.86	0.79

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	20.1
Stop/Veh	0.51

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	25.5	13.2	13.3	20.6	8.7	9.4	51.9	41.9	34.0	45.7	46.5	41.6
Stop/Veh	1.10	0.42	0.50	0.87	0.26	0.28	0.94	0.83	0.83	1.04	0.96	0.88

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	16.6
Stop/Veh	0.46

107: Sibeliuksenbulvardi & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	28.4	16.5	16.2	74.3	49.0	56.7	55.4	30.9	28.0	32.2	18.9	31.2
Stop/Veh	0.76	0.44	0.52	1.21	1.04	1.11	1.00	0.72	0.71	0.75	0.67	0.73

Total Network Performance

Delay / Veh (s)	77.2
Stop/Veh	1.79

Intersection: 102: Mannerheiminkatu & Piispankatu

Movement	EB	EB	WB	NB	NB
Directions Served	L	T	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	40.2	59.3	91.5	40.3	59.7
Average Queue (m)	17.5	30.0	56.4	18.1	30.8
95th Queue (m)	34.3	50.3	88.3	33.5	49.3
Link Distance (m)		86.5	87.0		125.6
Upstream Blk Time (%)			1		
Queuing Penalty (veh)			4		
Storage Bay Dist (m)	40.0			60.0	
Storage Blk Time (%)	1	3			1
Queuing Penalty (veh)	5	3			1

Intersection: 103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu

Movement	EB	WB	WB	SB	SB
Directions Served	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	75.7	38.6	46.0	9.2	33.7
Average Queue (m)	33.7	15.4	26.2	5.5	14.2
95th Queue (m)	60.4	32.0	42.6	12.5	26.2
Link Distance (m)	87.0		82.7	127.3	127.3
Upstream Blk Time (%)					
Queuing Penalty (veh)					
Storage Bay Dist (m)		40.0			
Storage Blk Time (%)		0	1		
Queuing Penalty (veh)		2	1		

Intersection: 104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	43.1	49.7	23.6	53.9	47.1	55.5	15.7	27.8
Average Queue (m)	15.2	29.8	4.7	28.5	21.7	11.3	5.2	12.7
95th Queue (m)	30.0	44.1	15.0	48.2	37.8	29.6	14.6	22.9
Link Distance (m)		82.7		86.6		131.2		130.8
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		40.0		40.0	
Storage Blk Time (%)	0	3		3	1			
Queuing Penalty (veh)	0	2		1	1			

Intersection: 105: Mannerheiminkatu &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	47.2	80.5	47.2	116.3	22.2	47.0	22.2	21.3
Average Queue (m)	16.8	40.6	13.6	62.0	8.4	14.0	9.6	9.7
95th Queue (m)	38.9	68.4	30.1	101.6	20.6	28.1	21.7	19.3
Link Distance (m)		86.6		256.2		131.1		128.5
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		15.0		15.0	
Storage Blk Time (%)	1	7		23	6	12	10	9
Queuing Penalty (veh)	3	5		14	3	5	4	4

Intersection: 106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	LTR	LTR
Maximum Queue (m)	47.1	79.7	20.8	73.5	34.5	61.1
Average Queue (m)	11.0	52.9	5.9	36.6	19.5	29.5
95th Queue (m)	29.7	76.8	15.5	64.4	34.2	52.8
Link Distance (m)		256.2		166.1	132.7	71.0
Upstream Blk Time (%)						
Queuing Penalty (veh)						
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0			
Storage Blk Time (%)		14		6		
Queuing Penalty (veh)		6		2		

Intersection: 107: Sibeliuksenbulvardi &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	T	R
Maximum Queue (m)	54.9	90.2	54.9	155.5	79.0	47.0	35.2	45.2
Average Queue (m)	20.4	46.3	12.1	76.3	25.6	23.2	10.9	18.1
95th Queue (m)	43.8	76.0	40.3	140.5	52.5	41.4	27.0	34.9
Link Distance (m)		166.1		521.6	131.8	131.8	243.3	
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0					50.0
Storage Blk Time (%)		9		31				0
Queuing Penalty (veh)		9		9				0

Network Summary

Network wide Queuing Penalty: 84

Summary of All Intervals

Start Time	6:57
End Time	8:02
Total Time (min)	65
Time Recorded (min)	60
# of Intervals	2
# of Recorded Intvls	1
Vehs Entered	3183
Vehs Exited	3181
Starting Vehs	166
Ending Vehs	168
Denied Entry Before	3
Denied Entry After	2
Travel Distance (km)	4382
Travel Time (hr)	178.4
Total Delay (hr)	64.6
Total Stops	5980
Fuel Used (l)	413.0

Interval #0 Information Seeding

Start Time	6:57
End Time	7:02
Total Time (min)	5

No data recorded this interval.

Interval #1 Information Recording

Start Time	7:02
End Time	8:02
Total Time (min)	60
Vehs Entered	3183
Vehs Exited	3181
Starting Vehs	166
Ending Vehs	168
Denied Entry Before	3
Denied Entry After	2
Travel Distance (km)	4382
Travel Time (hr)	178.4
Total Delay (hr)	64.6
Total Stops	5980
Fuel Used (l)	413.0

101: Runeberginkatu & Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	52.7	25.5	23.5	5.6	4.9	39.0	36.1	34.5	31.6	32.3	26.4	29.7
Stop/Veh	1.22	0.79	0.82	0.19	0.18	0.91	0.86	0.95	0.78	0.84	0.90	0.76

102: Mannerheiminkatu & Piispankatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	All
Delay / Veh (s)	42.2	8.3	19.2	21.3	46.6	42.3	47.0	21.9
Stop/Veh	0.97	0.19	0.58	0.71	0.94	0.96	1.03	0.54

103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	7.8	6.3	38.9	6.7	8.9	34.6	36.3	37.8	10.7
Stop/Veh	0.26	0.21	0.95	0.25	0.39	0.86	0.90	0.83	0.33

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	20.5	5.6	6.5	22.9	6.7	8.2	44.9	32.2	26.2	43.3	30.1	23.8
Stop/Veh	0.83	0.14	0.12	0.81	0.18	0.33	1.04	0.82	0.74	0.94	0.71	0.83

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	10.9
Stop/Veh	0.29

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	25.9	9.7	7.8	21.3	14.6	17.1	43.0	39.1	34.6	47.7	33.0	31.4
Stop/Veh	0.78	0.30	0.23	1.14	0.51	0.57	1.05	0.93	0.95	0.95	0.88	0.95

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	15.9
Stop/Veh	0.49

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	23.7	12.0	10.5	15.3	7.4	5.3	44.5	36.1	39.1	42.2	40.1	37.7
Stop/Veh	1.00	0.49	0.49	0.47	0.22	0.17	0.96	0.91	1.00	1.00	0.99	0.95

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	15.0
Stop/Veh	0.47

107: Sibeliuksenbulvardi & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	20.4	14.5	10.4	185.8	43.7	45.4	38.3	26.0	27.6	29.0	17.4	27.9
Stop/Veh	0.65	0.35	0.26	1.44	1.05	1.08	0.90	0.72	0.67	0.79	0.74	0.68

Total Network Performance

Delay / Veh (s)	73.1
Stop/Veh	1.88

Intersection: 102: Mannerheiminkatu & Piispankatu

Movement	EB	EB	WB	NB	NB
Directions Served	L	T	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	47.3	79.6	91.8	66.0	103.8
Average Queue (m)	21.0	25.9	64.5	27.6	46.2
95th Queue (m)	37.0	59.2	90.3	51.9	80.5
Link Distance (m)		86.5	87.0		125.6
Upstream Blk Time (%)			2		
Queuing Penalty (veh)			14		
Storage Bay Dist (m)	40.0			60.0	
Storage Blk Time (%)	2	1		1	6
Queuing Penalty (veh)	14	1		3	6

Intersection: 103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu

Movement	EB	WB	WB	SB	SB
Directions Served	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	90.8	37.4	86.9	21.4	35.1
Average Queue (m)	38.8	14.5	32.6	6.6	15.6
95th Queue (m)	71.8	28.0	61.2	16.6	29.6
Link Distance (m)	87.0		82.7	127.3	127.3
Upstream Blk Time (%)	0		1		
Queuing Penalty (veh)	2		5		
Storage Bay Dist (m)		40.0			
Storage Blk Time (%)		0	3		
Queuing Penalty (veh)		0	2		

Intersection: 104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	22.8	41.5	15.6	66.1	47.1	62.4	9.2	16.3
Average Queue (m)	9.8	21.1	4.7	25.2	20.2	14.0	5.3	7.6
95th Queue (m)	21.3	37.8	12.2	50.4	38.3	32.3	11.7	16.6
Link Distance (m)		82.7		86.6		131.2		130.8
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		40.0		40.0	
Storage Blk Time (%)		0		2	2			
Queuing Penalty (veh)		0		0	1			

Intersection: 105: Mannerheiminkatu &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	22.0	79.8	47.3	124.5	22.3	35.0	22.3	33.7
Average Queue (m)	10.4	36.7	12.9	60.7	12.0	14.4	9.2	10.5
95th Queue (m)	22.5	62.8	37.0	107.0	25.5	29.4	18.8	23.7
Link Distance (m)		86.6		256.2		131.1		128.5
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		15.0		15.0	
Storage Blk Time (%)		5		12	8	15	9	7
Queuing Penalty (veh)		3		6	5	6	3	3

Intersection: 106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	LTR	LTR
Maximum Queue (m)	47.2	111.0	9.2	61.1	47.9	48.0
Average Queue (m)	11.7	58.0	2.2	29.1	25.9	26.0
95th Queue (m)	33.7	95.6	8.3	53.3	44.2	42.7
Link Distance (m)		256.2		166.1	132.7	71.0
Upstream Blk Time (%)						
Queuing Penalty (veh)						
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0			
Storage Blk Time (%)		8		2		
Queuing Penalty (veh)		3		0		

Intersection: 107: Sibeliuksenbulvardi &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	T	R
Maximum Queue (m)	53.7	65.0	54.9	151.6	40.7	43.2	16.6	32.6
Average Queue (m)	11.7	35.6	13.2	72.6	17.3	18.3	7.8	14.4
95th Queue (m)	29.6	60.3	37.1	127.1	32.3	36.7	16.6	27.7
Link Distance (m)		166.1		521.6	131.8	131.8	243.3	
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0					50.0
Storage Blk Time (%)		10		32				
Queuing Penalty (veh)		9		10				

Network Summary

Network wide Queuing Penalty: 100

Summary of All Intervals

Start Time	6:57
End Time	8:02
Total Time (min)	65
Time Recorded (min)	60
# of Intervals	2
# of Recorded Intvls	1
Vehs Entered	3610
Vehs Exited	3482
Starting Vehs	190
Ending Vehs	318
Denied Entry Before	0
Denied Entry After	2
Travel Distance (km)	4688
Travel Time (hr)	270.1
Total Delay (hr)	147.7
Total Stops	8977
Fuel Used (l)	514.8

Interval #0 Information Seeding

Start Time	6:57
End Time	7:02
Total Time (min)	5

No data recorded this interval.

Interval #1 Information Recording

Start Time	7:02
End Time	8:02
Total Time (min)	60
Vehs Entered	3610
Vehs Exited	3482
Starting Vehs	190
Ending Vehs	318
Denied Entry Before	0
Denied Entry After	2
Travel Distance (km)	4688
Travel Time (hr)	270.1
Total Delay (hr)	147.7
Total Stops	8977
Fuel Used (l)	514.8

101: Runeberginkatu & Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	249.2	163.8	93.5	11.5	17.7	58.9	38.6	34.6	41.6	27.1	37.3	125.2
Stop/Veh	2.63	2.70	1.29	0.31	0.59	0.98	0.89	0.85	0.95	0.68	0.84	1.60

102: Mannerheiminkatu & Piispankatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	All
Delay / Veh (s)	80.6	17.1	28.6	31.2	52.1	41.7	41.0	30.0
Stop/Veh	1.00	0.34	0.60	0.63	0.97	0.86	0.87	0.58

103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	7.4	6.1	35.1	11.9	6.3	38.6	63.1	93.4	13.2
Stop/Veh	0.18	0.16	1.02	0.33	0.18	0.82	0.86	1.00	0.30

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	27.1	10.6	12.6	34.0	15.6	13.3	55.2	37.9	31.1	34.8	34.6	48.7
Stop/Veh	0.90	0.26	0.28	1.04	0.42	0.42	0.92	0.71	0.87	1.00	0.80	0.89

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	18.1
Stop/Veh	0.45

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	68.1	12.3	10.8	63.6	41.5	45.2	34.8	24.8	27.8	45.6	26.6	28.3
Stop/Veh	1.00	0.34	0.29	1.43	0.83	0.90	0.74	0.70	0.80	0.87	0.84	0.76

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	31.8
Stop/Veh	0.68

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	29.4	12.9	11.4	16.0	10.1	9.4	53.9	43.7	43.9	76.8	56.0	61.7
Stop/Veh	1.05	0.40	0.33	0.89	0.28	0.23	1.00	0.86	0.95	1.21	0.96	0.95

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

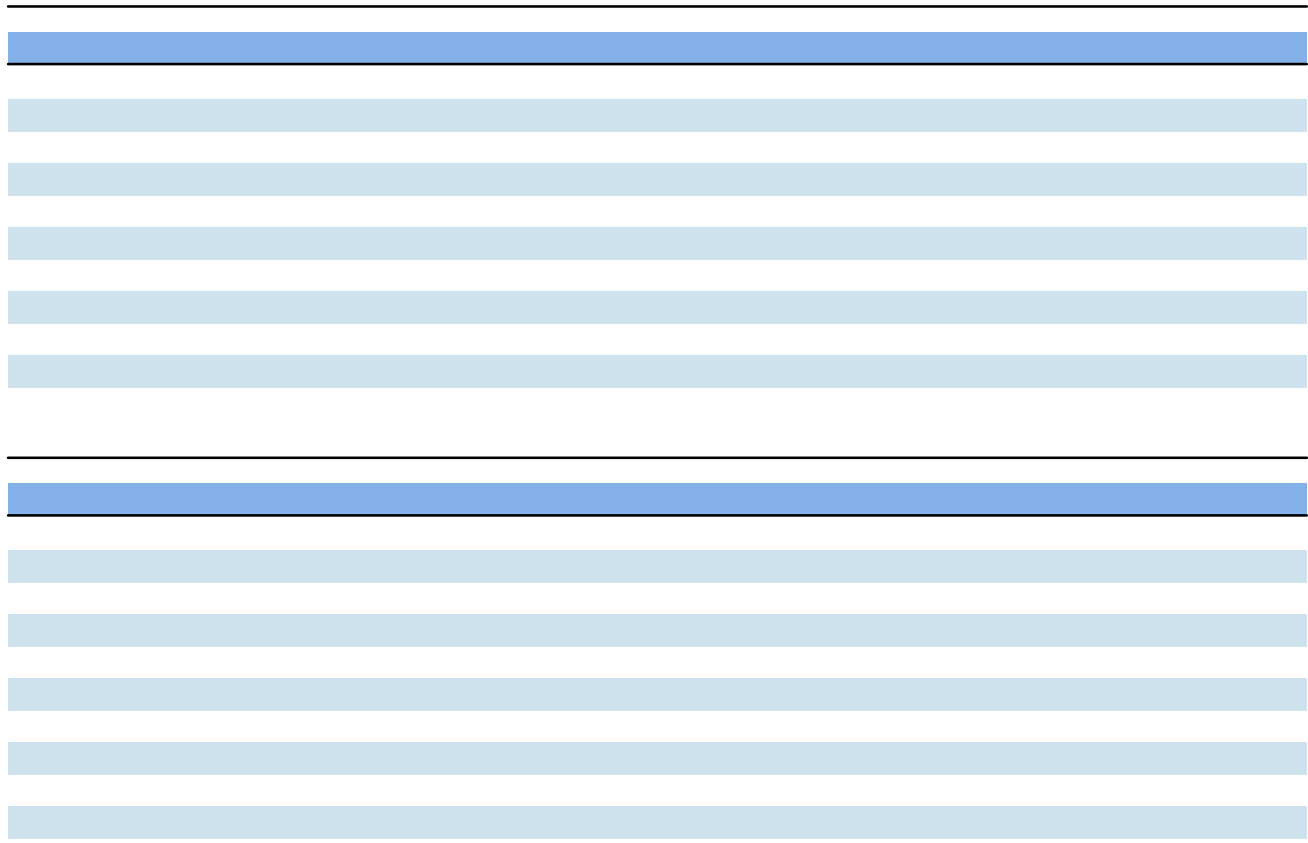
Movement	All
Delay / Veh (s)	18.8
Stop/Veh	0.46

107: Sibeliuksenbulvardi & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	33.2	19.6	18.9	127.4	76.7	70.4	63.8	33.9	33.1	32.2	19.6	41.8
Stop/Veh	0.95	0.54	0.48	1.77	1.43	1.40	1.04	0.81	0.79	0.76	0.69	0.90

Total Network Performance

Delay / Veh (s)	149.9
Stop/Veh	2.53



Intersection: 101: Runeberginkatu &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB	SB
Directions Served	T	R	L	TR	L	TR	L	T	R
Maximum Queue (m)	700.9	706.1	47.4	93.3	33.7	44.4	18.4	32.4	28.0
Average Queue (m)	405.6	395.3	38.7	51.9	12.6	20.1	3.7	11.2	13.8
95th Queue (m)	671.4	681.6	55.3	99.0	23.9	38.2	10.4	26.7	27.1
Link Distance (m)	1295.8	1295.8		86.5		124.1	27.5	27.5	27.5
Upstream Blk Time (%)				5				3	2
Queuing Penalty (veh)				40				1	1
Storage Bay Dist (m)			40.0		75.0				
Storage Blk Time (%)			17	7					
Queuing Penalty (veh)			109	9					

Intersection: 102: Mannerheiminkatu & Piispankatu

Movement	EB	EB	WB	NB	NB
Directions Served	L	T	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	47.4	90.7	93.7	60.2	66.2
Average Queue (m)	26.8	49.1	74.5	32.7	38.4
95th Queue (m)	52.6	74.8	102.9	55.4	61.6
Link Distance (m)		86.5	87.0		125.6
Upstream Blk Time (%)		1	11		
Queuing Penalty (veh)		8	79		
Storage Bay Dist (m)	40.0			60.0	
Storage Blk Time (%)	10	16		1	1
Queuing Penalty (veh)	78	17		3	1

Intersection: 103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu

Movement	EB	WB	WB	SB	SB
Directions Served	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	86.0	47.2	87.2	21.4	46.3
Average Queue (m)	32.2	13.8	40.7	4.5	18.6
95th Queue (m)	58.4	32.4	85.3	13.4	37.3
Link Distance (m)	87.0		82.7	127.3	127.3
Upstream Blk Time (%)	0		5		
Queuing Penalty (veh)	0		42		
Storage Bay Dist (m)		40.0			
Storage Blk Time (%)			10		
Queuing Penalty (veh)			7		

Intersection: 104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	41.5	86.2	47.2	90.0	40.9	33.8	15.5	40.9
Average Queue (m)	16.1	35.6	9.7	48.4	17.4	12.3	3.5	13.8
95th Queue (m)	30.0	60.8	31.9	86.7	36.1	28.0	11.1	30.9
Link Distance (m)		82.7		86.6		131.2		130.8
Upstream Blk Time (%)		1		2				
Queuing Penalty (veh)		7		15				
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		40.0		40.0	
Storage Blk Time (%)	0	7		19	1			1
Queuing Penalty (veh)	1	6		6	0			0

Intersection: 105: Mannerheiminkatu &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	47.2	86.6	47.2	260.6	22.0	31.2	22.1	48.2
Average Queue (m)	18.6	40.6	15.5	118.1	7.6	14.7	12.9	17.3
95th Queue (m)	40.0	75.3	39.0	230.0	19.6	27.1	25.2	38.9
Link Distance (m)		86.6		256.2		131.1		128.5
Upstream Blk Time (%)		1		1				
Queuing Penalty (veh)		11		6				
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		15.0		15.0	
Storage Blk Time (%)	5	5	0	40	5	14	17	13
Queuing Penalty (veh)	36	4	0	24	3	7	9	6

Intersection: 106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	LTR	LTR
Maximum Queue (m)	46.9	91.9	16.5	134.8	53.9	73.4
Average Queue (m)	10.5	48.8	6.7	46.0	22.5	37.6
95th Queue (m)	24.0	82.1	15.2	95.9	41.1	66.3
Link Distance (m)		256.2		166.1	132.7	71.0
Upstream Blk Time (%)						3
Queuing Penalty (veh)						4
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0			
Storage Blk Time (%)		12		7		
Queuing Penalty (veh)		6		3		

Intersection: 107: Sibeliuksenbulvardi &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	T	R
Maximum Queue (m)	54.7	169.4	54.8	209.8	65.5	45.9	36.0	59.1
Average Queue (m)	17.5	59.3	13.8	115.5	27.3	24.4	12.9	21.3
95th Queue (m)	38.5	122.3	41.8	191.5	51.0	40.0	27.7	46.7
Link Distance (m)		166.1		521.6	131.8	131.8	243.3	
Upstream Blk Time (%)		0						
Queuing Penalty (veh)		2						
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0					50.0
Storage Blk Time (%)		14		56				1
Queuing Penalty (veh)		11		22				1

Network Summary

Network wide Queuing Penalty: 586

Summary of All Intervals

Start Time	6:57
End Time	8:02
Total Time (min)	65
Time Recorded (min)	60
# of Intervals	2
# of Recorded Intvls	1
Vehs Entered	3575
Vehs Exited	3557
Starting Vehs	193
Ending Vehs	211
Denied Entry Before	0
Denied Entry After	0
Travel Distance (km)	4815
Travel Time (hr)	207.9
Total Delay (hr)	82.2
Total Stops	5622
Fuel Used (l)	460.0

Interval #0 Information Seeding

Start Time	6:57
End Time	7:02
Total Time (min)	5

No data recorded this interval.

Interval #1 Information Recording

Start Time	7:02
End Time	8:02
Total Time (min)	60
Vehs Entered	3575
Vehs Exited	3557
Starting Vehs	193
Ending Vehs	211
Denied Entry Before	0
Denied Entry After	0
Travel Distance (km)	4815
Travel Time (hr)	207.9
Total Delay (hr)	82.2
Total Stops	5622
Fuel Used (l)	460.0

101: Runeberginkatu & Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	35.4	20.3	44.9	6.9	6.7	134.4	66.9	67.3	59.4	45.5	78.5	30.8
Stop/Veh	0.63	0.47	1.01	0.22	0.21	1.04	1.00	0.94	1.00	0.83	0.94	0.55

102: Mannerheiminkatu & Piispankatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	All
Delay / Veh (s)	74.3	4.5	13.9	12.3	65.7	65.7	69.9	22.9
Stop/Veh	0.98	0.07	0.37	0.34	1.07	1.05	1.09	0.41

103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu Performance by movement

Movement	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	4.8	4.1	27.8	5.4	4.3	49.6	56.6	70.9	8.2
Stop/Veh	0.16	0.16	0.97	0.20	0.20	0.83	0.94	0.96	0.24

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	55.3	6.8	4.9	79.1	10.1	10.2	122.6	48.9	51.8	70.0	54.2	52.9
Stop/Veh	1.00	0.17	0.14	1.04	0.24	0.28	1.12	0.95	0.93	1.00	0.89	0.89

104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	20.8
Stop/Veh	0.35

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	56.8	5.0	5.3	23.6	13.2	12.3	76.3	56.8	56.2	91.9	56.2	63.2
Stop/Veh	1.04	0.16	0.19	0.95	0.30	0.33	1.02	0.93	0.93	1.13	0.93	1.10

105: Mannerheiminkatu & Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	19.5
Stop/Veh	0.40

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Delay / Veh (s)	72.7	17.3	19.2	63.3	12.4	15.4	76.4	62.1	63.4	71.9	60.0	68.9
Stop/Veh	1.24	0.55	0.66	0.97	0.38	0.42	1.04	0.92	1.04	1.03	0.92	1.06

106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu Performance by movement

Movement	All
Delay / Veh (s)	24.0
Stop/Veh	0.56

107: Sibeliuksenbulvardi & Performance by movement

Movement	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBT	SBR	All
Delay / Veh (s)	13.6	7.5	8.4	72.8	37.0	31.0	80.8	38.2	48.2	45.3	25.5	29.1
Stop/Veh	0.48	0.18	0.23	1.21	0.76	0.66	1.08	0.82	0.87	0.82	0.66	0.58

Total Network Performance

Delay / Veh (s)	83.0
Stop/Veh	1.58

Intersection: 102: Mannerheiminkatu & Piispankatu

Movement	EB	EB	WB	NB	NB
Directions Served	L	T	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	46.7	29.4	92.1	67.2	129.6
Average Queue (m)	28.8	15.8	58.1	31.6	56.9
95th Queue (m)	43.1	27.4	103.2	60.1	103.5
Link Distance (m)		86.5	87.0		125.6
Upstream Blk Time (%)			3		1
Queuing Penalty (veh)			19		0
Storage Bay Dist (m)	40.0			60.0	
Storage Blk Time (%)	5				13
Queuing Penalty (veh)	36				16

Intersection: 103: Mannerheiminkatu & Rauhankatu

Movement	EB	WB	WB	SB	SB
Directions Served	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	59.2	20.1	82.7	20.6	35.0
Average Queue (m)	36.9	10.1	28.9	2.9	15.1
95th Queue (m)	56.4	20.8	62.7	11.7	29.9
Link Distance (m)	87.0		82.7	127.3	127.3
Upstream Blk Time (%)			0		
Queuing Penalty (veh)			1		
Storage Bay Dist (m)		40.0			
Storage Blk Time (%)			2		
Queuing Penalty (veh)			2		

Intersection: 104: Mannerheiminkatu & Kaivokatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	47.1	72.8	21.2	86.6	47.1	71.6	20.8	34.2
Average Queue (m)	21.1	33.8	7.2	42.9	27.9	21.8	5.6	12.5
95th Queue (m)	38.6	61.6	16.9	71.8	50.5	53.7	15.5	25.6
Link Distance (m)		82.7		86.6		131.2		130.8
Upstream Blk Time (%)				0				
Queuing Penalty (veh)				1				
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		40.0		40.0	
Storage Blk Time (%)	2	3		7	15	0		0
Queuing Penalty (veh)	13	3		2	9	0		0

Intersection: 105: Mannerheiminkatu &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	L	TR
Maximum Queue (m)	47.1	46.7	47.4	163.6	22.3	40.7	22.3	47.4
Average Queue (m)	21.9	29.1	14.1	56.6	13.2	18.0	13.6	18.3
95th Queue (m)	39.0	43.9	37.4	119.9	26.1	36.7	26.2	42.8
Link Distance (m)		86.6		256.2		131.1		128.5
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0		15.0		15.0	
Storage Blk Time (%)	1	1		6	20	32	35	19
Queuing Penalty (veh)	9	0		3	14	16	17	9

Intersection: 106: Mannerheiminkatu & Adlercreutzinkatu

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	LTR	LTR
Maximum Queue (m)	47.2	163.3	47.0	166.1	54.4	73.2
Average Queue (m)	12.0	83.4	10.6	67.2	24.2	34.0
95th Queue (m)	29.0	140.9	25.2	138.0	45.8	59.9
Link Distance (m)		256.2		166.1	132.7	71.0
Upstream Blk Time (%)				0		0
Queuing Penalty (veh)				2		1
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0			
Storage Blk Time (%)		18		11		
Queuing Penalty (veh)		9		4		

Intersection: 107: Sibeliuksenbulvardi &

Movement	EB	EB	WB	WB	NB	NB	SB	SB
Directions Served	L	TR	L	TR	L	TR	T	R
Maximum Queue (m)	28.0	60.5	54.8	147.5	78.3	66.9	33.0	63.3
Average Queue (m)	9.9	23.7	12.0	70.5	36.5	31.5	14.0	31.9
95th Queue (m)	21.5	48.8	33.1	122.1	62.3	55.7	29.7	57.9
Link Distance (m)		166.1		521.6	131.8	131.8	243.3	
Upstream Blk Time (%)								
Queuing Penalty (veh)								
Storage Bay Dist (m)	40.0		40.0					50.0
Storage Blk Time (%)		3	2	29				2
Queuing Penalty (veh)		2	9	11				2

Network Summary

Network wide Queuing Penalty: 253